

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problems Mailbox.**

PAT-NO: JP407303385A

DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 07303385 A

TITLE: ROTARY BODY DRIVE CONTROLLER

PUBN-DATE: November 14, 1995

INVENTOR-INFORMATION:

NAME

HOKARI, NORIO

ASSIGNEE-INFORMATION:

| NAME | COUNTRY |
|-------------------|----------------|
| FUJI XEROX CO LTD | N/A |

APPL-NO: JP06095318

APPL-DATE: May 9, 1994

INT-CL (IPC): H02P005/00, G03G015/01 , G03G021/00 , G03G021/14

ABSTRACT:

PURPOSE: To effectively lessen the fluctuation in rotation by controlling the driving of a rotary body based on the information about the rotating speed of the rotary body which has been corrected based on the information about the rotating speed stored in a storage and on the information about the rotating speed which is obtained by weighting the corrected information about the rotating speed according to the split sections and averaging it.

CONSTITUTION: In the controlling operation of the driving of a rotary body (a drive roll for rotating a transferred body carrying belt) at the time when an image equipment is operated, the rotation angular velocity of the rotary body is detected by rotary encoders 35 and 36. The driving condition of the rotary body is controlled based on the information about the rotating speed which is obtained by weighting the information about the rotary speed of the rotary encoder for correction 36 according to the split sections and averaging it based on the information about the rotating speed of the rotary encoder 35 which is stored in a RAM 43. By this method, the fluctuation in rotation of the rotary body which occurs in a high-frequency region can be effectively lessened and a high-quality image which has no unevenness in density nor other problems can be obtained.

COPYRIGHT: (C)1995,JPO

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平7-303385

(43)公開日 平成7年(1995)11月14日

(51)Int.Cl.⁶ 識別記号 庁内整理番号 F I 技術表示箇所
H 02 P 5/00 K
G 03 G 15/01 Y
21/00 370
21/14
G 03 G 21/00 372
審査請求 未請求 請求項の数2 OL (全20頁)

| | |
|------------------------|--|
| (21)出願番号 特願平6-95318 | (71)出願人 000005496 富士ゼロックス株式会社 東京都港区赤坂三丁目3番5号 |
| (22)出願日 平成6年(1994)5月9日 | (72)発明者 保苅 則雄 神奈川県海老名市本郷2274番地 富士ゼロックス株式会社内 |

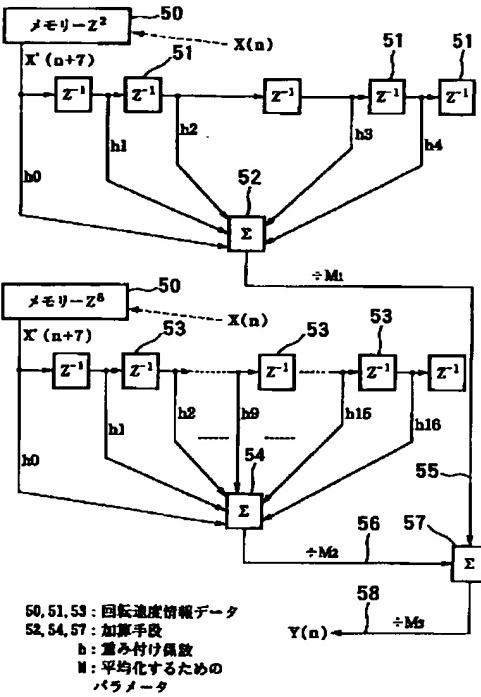
(74)代理人 弁理士 中村 智廣 (外2名)

(54)【発明の名称】 回転体駆動制御装置

(57)【要約】

【目的】回転体の速度制御を高精度に行なうようにした場合でも、回転体に発振が生じることがないのは勿論のこと、低廉なコストで高周波数領域で生じる回転体の回転変動を効果的に低減することができ、濃度ムラ等が発生することのない高画質の画像を得ることが可能な回転体の駆動制御装置を提供することを目的とする。

【構成】回転体の回転速度を検出する回転検出手段と、前記回転体を回転駆動する駆動手段を一定の速度で駆動した際に、前記回転検出手段によって検出された回転速度情報を所定の分割区間に記憶する記憶手段と、画像機器の動作時に、前記記憶手段に記憶された回転検出手段の回転速度情報を分割区間に応じた重み付けをして平均化した回転速度情報に基づいて前記回転体の駆動を制御する制御手段とを備えるように構成した。



1

【特許請求の範囲】

【請求項1】 画像機器に使用される回転体の駆動を制御するための回転体駆動制御装置において、前記回転体の回転速度を検出する回転検出手段と、前記回転体を回転駆動する駆動手段を一定の速度で駆動した際に、前記回転検出手段によって検出された回転速度情報を所定の分割区間毎に記憶する記憶手段と、画像機器の動作時に、前記記憶手段に記憶された回転検出手段の回転速度情報を分割区間に応じた重み付けをして平均化した回転速度情報に基づいて前記回転体の駆動を制御する制御手段とを備えたことを特徴とする回転体駆動制御装置。

【請求項2】 前記制御手段が、複数段の加算手段を有し、これらの加算手段によってそれぞれ所定個数の分割区間ににおける回転検出手段の回転速度情報を加算して、これら複数段の加算手段の加算結果にそれぞれ異なる重み付けをして平均化することにより、前記回転検出手段の回転速度情報に対して分割区間に応じた重み付けをして平均化することを特徴とする請求項第1項記載の回転体駆動制御装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】この発明は、カラー電子写真複写機やカラープリンタ、更には画像読み取り装置等の画像機器に使用され、感光体ドラムや転写ドラム等の回転体の駆動を制御するための回転体駆動制御装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】従来、この種の回転体駆動制御装置に関する技術としては、例えば、特開昭63-75759号公報に示すものがある。この像担持体の駆動制御装置は、無端移動する像担持体に像を形成する画像形成装置において、像担持体を移動する機構として整数比の歯数の減速歯車列を介して像担持体を駆動するステッピングモータと、前記歯車列最終段の歯車の一回転の回転変動を打ち消すパルス発生パターンを前記最終段一回転分について記憶しているメモリと、前記最終段歯車のホームポジションの検知手段とを有し、前記像担持体を移動させると前記パルス発生パターンに基づきパルスを発生させ、前記ステッピングモータを駆動するように構成したものである。

【0003】しかし、上記提案に係る像担持体の駆動制御装置の場合には、像担持体の回転変動を打ち消すためのパルス発生パターンが予めメモリに固定パターンとして記憶されており、このメモリに記憶された固定パルス発生パターンに基づいてパルスを発生させ、このパルスでステッピングモータを駆動することによって、像担持体の回転変動を防止するように構成したものである。そのため、温度変化等の環境変化や長期間の使用等に伴う経時変化によって、像担持体を回転駆動する減速歯車列の回転変動の状態が変化すると、この回転変動を打ち消

2

すパルス発生パターンは、メモリに記憶された固定パターンであるため、環境変化等に伴う不測の回転変動に対応することができない。その結果、環境変化や経時変化によって生じる像担持体の回転変動を十分抑制することができず、像担持体に回転変動が残るため、形成される画像に色ずれ等が発生するという問題点があった。

【0004】そこで、本出願人は、上記の問題点を解決するため、特開平2-43574号公報に示す多重転写装置における回転制御方法及び装置を既に提案している。この提案に係る回転制御方法は、共通の転写ロールに対して複数の像が多重転写される多重転写装置において、予め前記転写ロールを駆動する駆動モータを一定角速度で回転させたときの前記転写ロールの角速度の変化の情報を記憶手段に記憶させ、転写時に前記記憶手段から前記角速度の変化の情報を読み出し、該情報に基づいて前記駆動モータの角速度を変更するように構成したものである。

【0005】この提案に係る多重転写装置における回転制御方法は、環境変化や経時変化によって像担持体新たに回転変動が生じた場合でも、この回転変動は、予め記憶手段に記憶された転写ロールの角速度の変化情報を読み出し、この情報に基づいて駆動モータの角速度を変更する際に、回転変動を角速度の変化分として補正することができるので、環境変化や経時変化等にも対応することができるようになっている。

【0006】しかし、上記提案に係る多重転写装置における回転制御方法の場合には、次のような問題点を有している。すなわち、上記本出願人の提案に係る多重転写装置における回転制御方法の場合には、転写ロールの角速度の変化の情報をそのまま記憶手段に記憶させ、この記憶手段から前記角速度の変化の情報を読み出して、該情報に基づいて前記駆動モータの角速度を直接変更するものである。そのため、上記記憶手段に記憶させる転写ロールの角速度の変化情報を、角速度の分割数を大幅に増加させることにより、転写ロールの回転制御の高精度化を図ると、補正による変化分が漸次的に大きくなつて、駆動モータからギヤを介して転写ロールの回転軸に至るまでの系に対する加振源となり、発振したり系の固有振動数の振幅が大きくなる虞れがあるという問題点があった。また、この転写ロールの回転制御の高精度化を図った場合には、転写ロールの回転制御の高精度化を図るために、転写ロールの角速度の変化情報を検出するエンコーダとして、高精度のものを使用する必要があり、その分コストアップを招くという問題点もあった。

【0007】そこで、本出願人は、上記の問題点を解決して回転体の速度制御を高精度に行なうようにした場合でも、回転体に発振が生じたりコストアップを招くことのない回転体の駆動制御装置を提供するため、特開平5-252774号公報に示すものを既に提案している。

50 この提案に係る回転体駆動制御装置は、画像形成装置に

使用される回転体の駆動を制御するための回転体駆動制御装置において、前記回転体の回転速度を検出する低精度の第1の回転検出手段と、画像形成装置の製造時にのみ使用され、前記回転体の回転速度を検出する高精度の第2の回転検出手段と、前記回転体を回転駆動する駆動手段を一定の速度で駆動した際に、前記第1の回転検出手段と第2の回転検出手段によって検出された回転速度情報を所定の分割区間毎に記憶する記憶手段と、画像形成時に、前記第1の回転検出手段によって回転体の回転速度を検出するとともに、前記記憶手段に記憶された第1の回転検出手段と第2の回転検出手段の回転速度情報を読み出し、これらの第1の回転検出手段によって検出した回転速度情報及び記憶手段に記憶された第1の回転検出手段と第2の回転検出手段の回転速度情報を平均化して、この平均化された回転速度情報に基づいて前記回転体を回転駆動する駆動手段を制御する制御手段とを備えるように構成したものである。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】しかし、上記従来技術の場合には、次のような問題点を有している。すなわち、上記特開平5-252774号公報記載の技術内容は、上記の如く、記憶手段に記憶された回転速度情報に基づいて駆動手段の角速度を変化させ、駆動対象の角速度変動を減少することをその狙いとしており、機械的な共振周波数を加振しないために、その手法として、記憶手段に記憶された第1の回転検出手段と第2の回転検出手段の回転速度情報を読み出し、これらの第1の回転検出手段によって検出した回転速度情報及び記憶手段に記憶された第1の回転検出手段と第2の回転検出手段の回転速度情報を順次平均化していく”移動平均化処理”を用いている。そのため、上記提案に係る回転体の駆動制御装置の場合には、特有の周波数帯における回転変動をかえって増幅する傾向をもっているという問題点を有していることがわかった。つまり、上記”移動平均化処理”を行った場合の周波数伝達関数には、図31に示すように、入出力比が負となる増幅周波数帯があることがわかった。

【0009】さらに、上記特開平5-252774号公報に記載された技術内容について説明すると、この提案に係る回転体駆動制御装置では、例えば、次に示すような補正式に基づいて第1及び第2の回転検出手段の出力等を補正して、回転体を回転駆動するようになってい *

$$\begin{aligned} Y_n = & (h_0 X'_{n-7} + h_1 X'_{n-6} + h_2 X'_{n-5} + h_3 X'_{n-4} \\ & + h_4 X'_{n-3} + h_5 X'_{n-2} + h_6 X'_{n-1} + h_7 X'_{n-0} \\ & + h_8 X'_{n+1} + h_9 X'_{n+2} + h_{10} X'_{n+3} + h_{11} X'_{n+4} \\ & + h_{12} X'_{n+5} + h_{13} X'_{n+6} + h_{14} X'_{n+7}) \div 15 \end{aligned}$$

と表すことができる。ここで、移動平均であるから、係数 h はすべて等しく $h_0 = h_1 = \dots = h_{14}$ であるので、 Y_n は、

$$H(Z) = (Z^7 + Z^6 + Z^5 + Z^4 + Z^3 + Z^2 + Z^1 + 1 + Z^{-1} + Z^{-2})$$

* る。

$$【0010】[数1] f_n = f_s [1 + \alpha \{ F I L S① / T_{ID} - 1 \} + \beta \{ T_{ID} / (F I L D - \Sigma D I F F) - 1 \}]$$

【0011】ここで、 f_n ; 補正後の区間周波数

f_s ; 記憶手段に予め記憶された標準周波数

$F I L S①$; 記憶手段に補正テーブルとして記憶された校正用の第2の回転検出手段のインターバル値 $T_{(N)}$ を、区間(N)からそれ以前のmだけの区間に渡って

10 平均化した後のインターバル値

$F I L D$; 記憶手段に予め記憶された補正動作時の1区間先の理想値 ΣT_{ID} とリアルタイムで読み込んだ第2の回転検出手段のインターバル値 $\Sigma T'_{(N)}$ の差の計算値 ($\Sigma T_{ID} - \Sigma T'_{(N)}$) を、区間(N)からそれ以前のmだけの区間に渡って平均化した後の値

$\Sigma D I F F$; 第1の回転検出手段と校正用の第2の検出手段との各々のインターバル値 $T_{L(N)}$ 、 $T_{(N)}$ を $F I L S①$ と同様に区間(N)からそれ以前のmだけの区間に渡って平均化した後、これらの値の差分データ ($F I L S② - F I L S①$) を、ゼロ相パリスから積算した値

20 T_{ID} ; 記憶手段に予め記憶された1区間の理想的計算値、すなわち、回転体の回転軸に全く回転変動がない理想的な状態における1区間のインターバル値

α ; 記憶手段に予め記憶されたフィードフォワード部の定数

β ; 記憶手段に予め記憶されたフィードバック部の定数である。

【0012】このように、上記回転体駆動制御装置は、基本的に、記憶手段に補正テーブルとして記憶された校正用の第2の回転検出手段のインターバル値 $T_{(N)}$ を、区間(N)からそれ以前のmだけの区間に渡って平均化した後のインターバル値である $F I L S①$ 等に基づいて、回転体の駆動周波数 f_n を補正する”移動平均化処理”を採用したものである。図30は、この”移動平均化処理”を実行するためのダイアグラムを示すものである。

【0013】ところで、この”移動平均化処理”的フィルター特性を考えると、例えば数1式において $F I L S①$ の値は、データ X_n が入力した時の出力 Y_n が、 X_n に対応したメモリー・データ X'_{n-7} を中心として、その前後のm個のデータを持つデータ列の移動平均であるとみなせるから、平均ポイント数を15個と考えると、出力 Y_n は、

$$Y_n = (\sum h_i X'_{n-i}) \div 15$$

と表記できる。なお、 Σ は $m=7$ から -7 までとるものとする。この Y_n に対する周波数伝達関数 $H(Z)$ は、

5

$$+ Z^{-3} + Z^{-4} + Z^{-5} + Z^{-6} + Z^{-7}) \times h_0 / 15$$

となる。この周波数応答はZに $e^{j\omega T}$ を代入して、

$$H(Z) = \{ e^{j7\omega T} + e^{j6\omega T} + e^{j5\omega T} + \dots + 1 + \dots + e^{j(-6\omega T)} + e^{(-j7\omega T)} \} \times h_0 / 15$$

ここで、 $e^{jA} + e^{j(-A)} = 2\cos A$ であるから、周波数伝達関数 $H(Z)$ は、

$$H(Z) = (1 + 2\cos 7\omega T + \dots + 2\cos \omega T) \times h_0 / 15$$

となる。

ここで、T:サンプリング時間(sec)

ω :角速度(rad/sec)

e:自然対数の底

となり、その特性は図31にグラフとして示したものである。

【0014】この特性から周波数が0近傍の極低周波数域では、入出力比が1に近く、等角速度で回転体を駆動した際ににおける極低周波数領域の回転変動を効果的に減少させられることがわかる。これに対して、周波数が5~80Hz近傍や、120~150Hz近傍等の高い周波数領域では、入出力比が負となり、その周波数成分の回転変動を増幅させていることがわかる。そのため、極低周波数域では回転変動を効果的に減少させができるものの、高い周波数領域では、かえって回転変動を増幅させてしまい、高い周波数領域での画像濃度ムラが増加するという問題点を有していることがわかる。特に、カラー画像等を人間の目で見た際に、人間の視感度特性上1ライン/mm程度の画像ムラが最もノイジーに感ずることからも、この1ライン/mm程度の画像ムラに相当する高い周波数領域に増幅特性を持つことは避けなければならない。

【0015】ところで、上記高い周波数領域での回転体の回転変動を低減するためには、当該回転体を回転駆動するギヤとして3級乃至4級というように加工精度の高いものを使用することも考えられる。しかし、この場合には、高価な高精度のギヤを使用する必要があるため、装置の大幅なコストアップを招くという問題点が新たに生じる。

【0016】そこで、この発明は、上記従来技術の問題点を解決するためになされたもので、その目的とするところは、回転体の速度制御を高精度に行なうようにした場合でも、回転体に発振が生じることがないのは勿論のこと、低廉なコストで高周波数領域で生じる回転体の回転変動を効果的に低減することができ、濃度ムラ等が発生することのない高画質の画像を得ることが可能な回転体の駆動制御装置を提供することにある。

【0017】

【課題を解決するための手段】この発明は、画像機器に使用される回転体の駆動を制御するための回転体駆動制御装置において、前記回転体の回転速度を検出する回転検出手段と、前記回転体を回転駆動する駆動手段を一定の速度で駆動した際に、前記回転検出手段によって検出された回転速度情報を所定の分割区間に記憶する記憶※50

6

※手段と、画像機器の動作時に、前記記憶手段に記憶された回転検出手段の回転速度情報を分割区間に応じた重み付けをして平均化した回転速度情報に基づいて前記回転

10 体の駆動を制御する制御手段とを備えるように構成したものである。

【0018】上記制御手段としては、例えば、複数の加算手段を有し、これらの加算手段によってそれぞれ所定個数の分割区間ににおける回転検出手段の回転速度情報を加算して、これら複数段の加算手段の加算結果にそれぞれ異なる重み付けをして平均化することにより、前記回転検出手段の回転速度情報に対して分割区間に応じた重み付けをして平均化するするものが用いられる。

20 【0019】また、上記回転体としては、例えば、画像の形成時等に濃度ムラを発生させ得る全ての回転体を含むものであるが、特に、感光体ドラム、感光体ベルト駆動ロール、中間転写ベルト駆動ロール、用紙搬送転写ドラム、用紙搬送転写ベルト駆動ロール、連続用紙搬送駆動ロール、画像読み取り装置駆動軸、インクジェット・ヘッド駆動軸等が対象となる。但し、これら以外にも、紙送り装置、画像定着装置等間接的に画像形成に影響を与えるものもその対象として、含んでいるものである。

30 【0020】さらに、前記回転検出手段によって検出された回転速度情報を所定の分割区間に分割する手段としては、例えば、回転体のホームポジションを検知する手段によって検知された回転体のホームポジションを基準に所定のデータ毎に区分するものが用いられる。この回転体のホームポジションは、回転体の回転位置基準を示すものであるから、回転体が一回転する毎に一回出力を得られるものであれば良い。また、上記回転体のホームポジションとしては、複数の出力を発生させるものでも、各出力のうち必要な出力が区別できるように構成されているものも含まれる。具体的な手段としては、ローラリーエンコーダー出力のZ相もしくはインデックス・パルスが用いられる。また、上記回転検出手段としては、光学的透過型、反射型センサー、同様なものとして、磁気、超音波、突起、凹部等を利用したものが用いられ、かつ、これらの出力と回転角速度検知手段の出力との関係から、同様の出力を作り出す場合も含むものである。

40 【0021】また、回転体を等角速度で駆動する駆動手段としては、具体的にステッピング・モーター、DCサーボ・モーター、ACサーボ・モーター等電磁気的駆動手段が用いられるが、回転体を等角速度で駆動する手段

であれば駆動手段は限定されない。

【0022】さらに又、上記回転体の回転検出手段としては、例えば、ロータリー・エンコーダー、タコ・ジェネレーター等の一般的なセンサーが考えられるが、回転体の回転速度に関係して出力が変化するものであれば他の手段でも良い。

【0023】また、上記記憶手段としては、デジタル・メモリーが一般的であるが、データを記憶・保持して出力できるものであれば、限定されない。

【0024】さらに、上記制御手段としては、デジタル・シグナル・プロセッサー、マイクロコンピュータが用いられるが、演算装置を構成する場合には、ソフトにて所定の動作を行う制御手段が使用できるが、ハード的な回路構成にても達成は可能であり、デジタル・シグナル・プロセッサー、マイコンともにその構成内容は限定されない。

【0025】

【作用】この発明においては、制御手段によって、画像機器の動作時に、前記記憶手段に記憶された回転検出手段の回転速度情報に基づいて補正された前記第1の回転検出手段による回転体の回転速度情報と、前記回転検出*

$$Y(n) = 1/2 \times (\sum X'(n-k)) + 1/2 \times (\sum X'(n-m))$$

と表すことができる。なお、ここで、 Σ は $k=-2$ から 2 まで、 m は -8 から 8 までとするものとする。また、式 $Y(n)$ は、全体を記載されていない所定の係数で割ることにより、平均化がなされるものである。

【0028】これは、結果的に二組の移動平均フィルタ※

$$H(Z) = 1/2 \times (Z^2 + Z^1 + 1 + Z^{-1} + Z^{-2}) ; h_0 = 1/2$$

となる。周波数応答は Z を $e^{j\omega t}$ に置き換えることに★ ★より、

$$H(n) = 1/2 \times (\cos(2\omega t) + \cos(\omega t) + 1)$$

と求められる。同様に第2項も求められ、第2項は、

$$Y_2(n) = 1/2 \times (\sum X'(n-a)) ; h_0 = 1/2$$

であり、ここで、 Σ は $m=-8$ から 8 までとするものとする。この周波数伝達関数 $H(Z)$ は、

$$H(Z) = 1/2 \times (Z^8 + Z^7 + Z^6 + Z^5 + Z^4 + Z^3 + Z^2 + Z^1 + 1 + Z^{-1} + Z^{-2} + Z^{-3} + Z^{-4} + Z^{-5} + Z^{-6} + Z^{-7} + Z^{-8})$$

となる。周波数応答は Z を $e^{j\omega t}$ に置き換えることに◆ ◆より、

$$H(n) = 1/2 \times (\cos(8\omega t) + \dots + \cos(\omega t) + 1)$$

よって、最終的な伝達関数は、

$$Y(n)/X(n) = H(n) = 1/2 \times (\cos(8\omega t) + \dots + 2\cos(2\omega t) + 2\cos(\omega t) + 2)$$

となる。

【0029】この二段型フィルターの周波数伝達関数を図示すると、図4に示すようになる。この図4からわかるように、従来の移動平均化処理に比べて二段型フィルターを用いた場合には、50~80Hz近傍の高周波領域において入出力比がマイナスになることがないので、この周波数領域における回転変動が増幅されるのを防止することができ、それ以外の高周波領域においても入出力比の変動を小さく抑えることができ、回転変動を低減できることがわかる。

* 手段の回転速度情報を分割区間に応じた重み付けをして平均化した回転速度情報に基づいて前記回転体の駆動を制御する制御手段とを備えるように構成されている。そのため、上記回転体の駆動制御動作において、当該回転体の回転角速度に変動がある場合でも、これらの前記記憶手段に記憶された回転検出手段の回転速度情報に基づいて補正された前記回転検出手段の回転速度情報を分割区間に応じた重み付けをして平均化した回転速度情報に基づいて回転体の駆動状態が制御されるので、従来の移動平均化処理に比べて制御対象となる分割区間から離れた区間の回転変動情報の影響を低減することができ、従来の移動平均化処理ではかえって増幅されてしまっていた高周波領域の回転変動を低減することが可能となる。

【0026】さらに、この発明の作用について説明すると、例えば、制御手段が図1に示すように2つの加算手段を有し、これらの加算手段によって図2及び図3に示すような二段型フィルターの重み付けを行う場合について考えてみる。

【0027】この二段型フィルターの特性は、次に示すようになる。いま、入力を $X(n)$ としたときの出力 $Y(n)$ は、

$$Y_1(n) = 1/2 \times (\sum X'(n-k))$$

であり、この周波数伝達関数 $H(Z)$ は、
※一の和を示しているから、最初の項について解析すれば、最初の項は、

$$Y_2(n) = 1/2 \times (\sum X'(n-a))$$

であり、この周波数伝達関数 $H(Z)$ は、

* 【0030】この発明では、重み付けをして平均化するために使用するフィルターとしては、図2及び図3に示すような特性を有する三角窓フィルターを用いても良く、この場合のダイアグラムは、図7に示す通りであり、又フィルター特性は、図8に示すように、優れた特性を有するものとなる。

【0031】ところで、この発明は、上述したように、第2の回転検出手段の回転速度情報を分割区間に応じて重み付けをして平均化した回転速度情報に基づいて前記

* 50 回転体の駆動を制御するように構成されている。そのた

め、第2の回転検出手段の回転速度情報は、例えば、多段階に重み付けをして平均化が行われる。図5及び図6は多段階に重み付けをして平均化するためのウインドー関数の例を示すものである。このウインドー関数は、任意の定数を付けることが可能であるので、それにより、フィルター特性もかなり変化することが分かる。フィルター特性を求める方法は、上述した通りであり、フィルター特性に求められる特徴は制御しようとする装置の特性と密接な関係にある。すなわち、制御対象である装置の持つ、①共振点を極力増幅しないこと、②発生周波数を減衰させることが求められる。これらを満たすフィルター特性、ウインドー関数を求めることが重要である。更に、付け加えるならば、制御手段の演算処理時間を勘案し、より少ない処理時間で演算を終了できることが重要である。離散的なサンプリングによる制御は、制御に要する時間間隔自体が制御誤差の要因となるので、極力速い制御間隔であることが望ましい。

【0032】これらの条件を更に詳細に検討すれば、①共振領域の周波数帯でフィルター特性の入出力比がほぼ0であること、②低周波の制御対象周波数領域のフィルター特性の入出力比はプラスで1に近いこと、③高周波の制御対象周波数領域のフィルター特性の入出力比はほぼ0であることが必要な条件であり、④ウインドー関数を構成する係数は $1/2^n$ であること、⑤極力段数を減らすことが望ましい。これは係数が $1/2^n$ である場合、アッセンブルなどの言語でソフトを書くことを考慮すると、nビットのシフト命令で同様の結果が得られ、少數点以下に幾つかの数値を持つような（例えば、0.23456等）数値の割り算に比べ、演算時間が非常に短くなるからである。また、多段段数が増える程、ソフトが比例的に増え処理時間が増大するのは明らかである。これらを勘案し、幾つかのパターンを試み、最良のウインドー関数を得ることが重要である。

【0033】

【実施例】以下にこの発明を図示の実施例に基づいて説明する。

【0034】図9はこの発明に係る回転体駆動制御装置を適用したカラー画像形成装置の一実施例を示すものである。

【0035】図9において、1はカラー画像形成装置本体を示すものであり、このカラー画像形成装置本体1の上部には、原稿の画像を読み取る画像読取装置2が配置されている。この画像読取装置2は、原稿3の画像を光源4によって照明し、原稿3の反射光像を複数枚のミラー5、6及びレンズ7を介してCCDセンサー8に走査露光することにより、このCCDセンサー8によって原稿3の画像を読み取るように構成されている。

【0036】また、上記カラー画像形成装置本体1の内部には、画像読取装置2によって読み取られた原稿3のカラー画像を形成するカラー画像形成部9が配置されて

おり、このカラー画像形成部9は、次のように構成されている。

【0037】図9において、10K、10Y、10M、10Cはそれぞれ黒、イエロー、マゼンタ、シアンの各色のトナー像がその表面に形成される感光体ドラムであり、これらの感光体ドラム10K、10Y、10M、10Cは、互いに所定の間隔をおいて並列的に配置されている。上記各感光体ドラム10K、10Y、10M、10Cの表面は、一次帶電器11K、11Y、11M、11Cによって一様に帯電された後、半導体レーザーやポリゴンミラー等からなる露光光学系12K、12Y、12M、12Cによって画像が順次露光されて静電潜像が形成される。これらの各感光体ドラム10K、10Y、10M、10Cの表面に形成された静電潜像は、現像器13K、13Y、13M、13Cによってそれぞれ黒、イエロー、マゼンタ、シアンの各色のトナーにより現像されて可視トナー像となり、これらの可視トナー像は、転写帶電器14K、14Y、14M、14Cの帶電により転写用紙15上に順次転写される。

【0038】上記感光体ドラム10K、10Y、10M、10Cから順次トナー像の転写を受ける転写用紙15は、給紙カセット16から給紙ロール17によって送り出されるとともに、給送ロール18及びレジストロール19によって転写体搬送ベルト20まで搬送され、この転写体搬送ベルト20上に押圧ロール21及び帶電器22の帶電によって静電的に保持された状態で搬送され、各感光体ドラム10K、10Y、10M、10Cの下方に位置する転写位置へと順次搬送される。そして、各感光体ドラム10K、10Y、10M、10Cから順次各色のトナー像が転写された転写用紙15は、転写体搬送ベルト20から分離されて定着器ユニット23へと搬送され、この定着器ユニット23によって転写用紙15上に各色のトナー像が重合されてカラーの画像が定着される。

【0039】一方、上記トナー像の転写が終了した各感光体ドラム10K、10Y、10M、10Cの表面は、クリーニング器24K、24Y、24M、24Cによって残留トナー等が除去された後、図示しない除電器やイレースランプによって除電を受けて次のカラー画像形成工程に備える。

【0040】ところで、上記転写体搬送ベルト20としては、例えば、厚さ7.5μm、幅340mm、周長1920mmのPET（ポリエチレンテレフタレート）からなるものが用いられる。また、この転写体搬送ベルト20は、ドライブロール25及び複数の従動ロール26、27、28に5Kgfのテンションで掛け回されているとともに、ドライブロール25によって160mm/sの移動速度で回転駆動されるようになっている。

【0041】図10は上記転写体搬送ベルトを回転駆動するための駆動機構を示すものである。

11

【0042】図において、25は前記転写体搬送ベルトを回転駆動するためのドライブロールを示すものであり、このドライブロール25は、二相ステッピングモーターからなる駆動モーター30と、この駆動モーター30の駆動軸に固着された第1ギヤ31と、この第1ギヤ31と歯合する第2ギヤ32と、この第2ギヤ32と同じ軸に固着された第3ギヤ33と、この第3ギヤ33と歯合するドライブロール25の回転軸に固着されたドライブギヤ34によって回転駆動されるようになっている。しかも、上記ドライブロール25の回転軸には、必要に応じて慣性体としてのフライホイール35が取付けられている。上記二相ステッピングモーターからなる駆動モーター30は、3920Hzの基本駆動周波数で毎秒19.6回転しており、減速比1/12にてドライブロール25を回転駆動するようになっている。その結果、上記転写体搬送ベルト20は、ドライブロール25によって160mm/secの移動速度で回転駆動される。

【0043】また、上記ドライブロール25の回転軸には、第1の回転検出手段としてのロータリーエンコーダ35及び第2の回転検出手段としての校正用のロータリーエンコーダ36が取り付けられており、これらのロータリーエンコーダ35及び校正用のロータリーエンコーダ36は、転写体搬送ベルト20を回転駆動するドライブロール25の回転の角速度を検出するためのものである。さらに、上記ロータリーエンコーダ35及び校正用のロータリーエンコーダ36は、制御部40に接続されているとともに、この制御部40には、駆動モーター30が接続されている。上記ロータリーエンコーダ35としては、比較的低精度のものが使用され、例えば、1回転当たり180あるいは360のパルスを出力するものが用いられる。一方、上記校正用のロータリーエンコーダ36としては、高精度のものが使用され、例えば、1回転当たり1万数千のパルスを出力するものが用いられる。なお、上記校正用のロータリーエンコーダ36は、例えば、工場における出荷前のカラー画像形成装置の調整時にのみドライブロール25の回転軸に取り付けられるものであり、工場から出荷される際には装置から取り外されるようになっている。

【0044】図11は上記制御部の回路構成を示すブロック図である。

*

$$\begin{aligned}\omega(t) &= \omega_0 + \Delta\omega_1 \cdot \cos\omega_1 t + \dots + \Delta\omega_i \cdot \cos\omega_i t + \dots \\ X(t) &= \int \omega(t) dt = \omega_0 \cdot t + (\Delta\omega_1 / \omega_1) \cdot \sin\omega_1 t + \dots \\ &\quad \dots + (\Delta\omega_i / \omega_i) \cdot \sin\omega_i t + \dots\end{aligned}$$

但し、 ω_0 : 感光体軸部での平均角速度

$\Delta\omega_i$: 振動周波数 f_i における角速度振幅 (0~pe ak)

f_i : 振動周波数

$X(t)$: 回転角

【0049】上記転写体搬送ベルト20を回転駆動する※50

12

* 【0045】図において、41は転写体搬送ベルト20の駆動動作を制御するCPU、42はこのCPU41が実行するプログラムや所定のデータ等を記憶するROM、43は上記ロータリーエンコーダ35や校正用ロータリーエンコーダ36から読み込んだデータである各分割区間毎の時間間隔等を記憶するRAM、35は画像記録時における転写体搬送ベルト20の回転速度を検出する前述したロータリーエンコーダ、36は装置出荷前の調整時に上記ロータリーエンコーダ35の校正を行なうための前述した校正用ロータリーエンコーダ、44はこの校正用ロータリーエンコーダ36から出力されるパルスを分周するパルスカウンタ、45はパルス発振器46から出力されるパルス信号を分周して所定の指令周波数の駆動パルスを出力するインターバルカウンタ、47はこのインターバルカウンタ45から出力される駆動パルスに基づいて前記駆動モーター30を回転駆動する駆動モータードライバである。

【0046】この実施例の駆動制御を行なう以前において、上記転写体搬送ベルト20の回転駆動機構は、転写体搬送ベルト20を回転駆動する駆動モーター30への指令周波数を一定にしたときでも、ドライブロール25の一回転に対応する速度変動がその高調波成分とともに転写体搬送ベルト20に発生し、かつ、最終段のギヤ34の歯数に対応する速度変動成分も発生する。これらは、最終段のギヤ34の歯形が完全なインボリュート曲線では無いこと、及び最終段ギヤ34、ドライブロール25、駆動モーター30の回転中心が、その駆動に関わる実質的な幾何学的中心と完全に合致していないことなど、主に部品の生産上のバラツキ、組立上のバラツキによるものであり、現実の量産機では避けられないものである。これらの速度変動成分は、ドライブロール25の回転軸に取り付けられたロータリーエンコーダー35、36のパルス間隔の変化として、図12に示すように、観測・サンプリングされ、通常時、約588Hzの周波数が最大10%P-Pのバラツキとなって観測される。

【0047】この転写体搬送ベルト20が回転する際の回転角速度の変動と位置誤差の関係は、一般に次の数式で表される。なお、位置誤差X(t)の積分は、0~tまで行われるものである。

※ ドライブロール25の角速度を高速フーリエ変換(FFT)解析した結果は、図13に示す通りである。

【0050】このように、転写体搬送ベルト20の駆動制御を行なう以前においては、周波数 f_i 、系の共振周波数 f_a 及び駆動ギヤに起因する高周波数の近傍など

に、振幅レベルの高いピークが現れ、この転写体搬送ベ

13

ルト20の角速度の回転変動によって、転写用紙25上に順次転写されるカラー画像に色ずれや色むらが現れる。

【0051】上記転写体搬送ベルト20の角速度の回転変動は、ドライブロール25の1回転を1周期として発生する偏心成分などの低周波の変動や、系の共振周波数 f_n に対応した中間周波数の変動、あるいは駆動ギヤに起因する高周波成分の変動などからなる。

【0052】ところで、この実施例では、工場における出荷前の調整時に、ドライブロール25の回転軸に、ロータリーエンコーダ35の他に校正用のロータリーエンコーダ36が取付けられ、次に示すような補正テーブルの作成作業が行われる。ここでは、転写体搬送ベルト20の補正テーブル作成作業について説明する。

【0053】まず、転写体搬送ベルト20の補正テーブルを作成するために、転写体搬送ベルト20が一定の角速度で回転駆動される。すなわち、上記転写体搬送ベルト20を回転駆動する駆動モーター30には、図11に示すように、パルス発振器46の出力パルス S_{osc} がインターバルカウンタ45により分周されて所定周波数の駆動パルス S_{DP} となって供給される。この駆動パルス S_{DP} の周波数は、PROM42に標準周波数 f_s として予め記憶されている。CPU41は、PROM42から標準周波数 f_s のデータを読み出し、これをアリセットデータ S_{PS} としてインターバルカウンタ45にロードする。インターバルカウンタ45は、パルス発振器46から出力されるパルスをカウントし、このパルスのカウント値がアリセットデータ S_{PS} に達する度に駆動パルス S_{DP} を出力する。そして、上記転写体搬送ベルト20は、駆動モータドライバ47を介して駆動モーター30に供給される所定周波数 f_s の駆動パルス S_{DP} によって回転駆動される。

【0054】すると、上記転写体搬送ベルト20を回転駆動するドライブロール25の回転に伴って、このドライブロール25の回転軸に取付けられたロータリーエンコーダ35及び校正用のロータリーエンコーダ36からは、図14(a)(b)(d)(e)に示すように、出力パルス S_{1RE} 、 S_{2RE} 及びゼロ相パルス S_{10} がCPU41に出力される。その際、上記校正用のロータリーエンコーダ36の出力パルス S_{2RE} は、パルスカウンタ44を介してCPU41に出力される。上記出力パルス S_{1RE} 、 S_{2RE} は、ロータリーエンコーダ35及び校正用のロータリーエンコーダ36が所定角度回転するたびに出力される信号である。また、ゼロ相パルス S_{10} は、ロータリーエンコーダ35が1回転した際に基準位置であるホームポジションで出力されるものであり、両エンコーダ35、36の基準位置は、同一の位置に設定されている。なお、上記パルスカウンタ44は、図14(c)に示すように、校正用のロータリーエンコーダ36から出力される出力パルス S_{2RE} を分周し、割込信

14

号 S_{INT} としてCPU41に出力するようになってい

る。

【0055】そして、補正テーブル作成時には、上記ドライブロール25の回転変動が、ロータリーエンコーダ35及び校正用のロータリーエンコーダ36によって検出される。ロータリーエンコーダ35及び校正用のロータリーエンコーダ36から出力されるパルス S_{1RE} 、 S_{2RE} は、ドライブロール25に回転変動がなければ、一定の間隔で出力され、所定の分割区間において出力されるパルス数は、常に一定である。しかし、ドライブロール25に回転変動があると、ロータリーエンコーダ35及び校正用のロータリーエンコーダ36から出力されるパルス S_{1RE} 、 S_{2RE} は、出力される間隔が変化し、図14に示すように、所定の分割区間において出力される時間間隔は、個々の分割区間にによって異なる。

【0056】そのため、CPU41は、校正用ロータリーエンコーダ36の出力パルス S_{2RE} をパルスカウンタ44によって分周した割込信号 S_{INT} が入力される度に、パルス発振器46の出力で駆動されるインターバルカウンタ45bのカウント値を読み取って、図15に示すように、RAM43に格納する。すなわち、CPU41は、ロータリーエンコーダ36からゼロ相パルス S_{10} が入力された後、最初の割込信号 S_{INT} による割り込みがあった時に、インターバルカウンタ47bのカウント値を読み取って1番目の区間に応するインターバル T_1 としてRAM43に格納する。そして、次の区間に応する割込信号 S_{INT} が入力されたときも同様に読み取り、前に読み取ったインターバルカウンタ47bのカウント値との差を計算し、その区間のインターバル T_2 が測定され、RAM43に格納される。この作業が校正用ロータリーエンコーダ36の1周期分繰り返される。の差を計算し、その区間のインターバル T_2 が測定され、RAM43に格納される。この作業が校正用ロータリーエンコーダ36の1周期分繰り返される。

【0057】その際、ロータリーエンコーダ36のゼロ相パルス S_{20} は、CPU41に供給されており、このゼロ相パルス S_{20} を基準としてアドレスの初期値がCPU41により設定され、以後、各区間毎に、すなわち、割込信号 S_{INT} が入力される度に、アドレスを一定

40 値だけ加算して指定することによって、各分割区間のインターバル $T_{(N)}$ がRAM43に格納される。

【0058】また、CPU41は、ロータリーエンコーダ35の出力パルス S_{1RE} が入力される度に、パルス発振器46の出力で駆動されるインターバルカウンタ45bのカウント値を読み取って、図16に示すようにRAM43に格納する。すなわち、CPU41は、校正用ロータリーエンコーダ36と同様にロータリーエンコーダ35からゼロ相パルス S_{10} が入力された後、次の出力パルス S_{1RE} が入力された時に、インターバルカウンタ45bのカウント値を読み取って1番目の区間に応す

50

15

るインターバル T_{L1} としてRAM43に格納する。そして、次の区間に応する出力パルス S_{1RE} が入力されたときも同様に読み取り、前に読み取ったインターバルカウンタ45bのカウント値との差を計算し、その区間のインターバル T_{L2} が測定され、RAM43に格納される。この作業がやはりロータリーエンコーダ35の1周期分繰り返される。

【0059】その際、校正用ロータリーエンコーダ36が1回転する間に输出される割込信号 S_{INT} の数は、ロータリーエンコーダ35が1回転する間に输出する出力パルス S_{1RE} の数と等しく設定されている。すなわち、校正用ロータリーエンコーダ36とロータリーエンコーダ35から出力されるパルス S_{2RE} 、 S_{1RE} の時間間隔をカウントするための分割区間は、双方とも等しい数に設定されている。

【0060】なお、上記インターバルカウンタ45bは、パルス発振器46からの一定周波数の出力 S_{osc} で駆動されているので、インターバルカウンタ45bのカウント値は、経過時間を正確に示していることになる。

【0061】次に、CPU41は、RAM43に記憶された校正用のロータリーエンコーダ36の分割区間のインターバル T とロータリーエンコーダ35の分割区間のインターバル T_L との差 $C_{(N)} = T_{L(N)} - T_{(N)}$ を、各分割区間毎に演算し、この演算結果 $C_{(N)}$ は、図17に示すように、各分割区間毎にRAM43に記憶される。

【0062】以上で、補正テーブルの作成作業が終了する。この補正テーブルの作成作業は、上述したように、工場におけるカラー画像形成装置の調整時に行われるものである。

【0063】そして、ユーザーがカラー画像形成装置を使用する際には、CPU41が、画像形成動作時に、次に示すような補正式に基づいてロータリーエンコーダ35の出力を補正して、転写体搬送ベルト20を回転駆動する。

【0064】〔数3〕 $f_n = f_s [1 + \alpha \{ FILS\oplus / T_{ID} - 1 \} + \beta \{ T_{ID} / (FILD - \Sigma DIFF) - 1 \}]$

【0065】なお、補正式としては、上記数3式のものに限られるわけではなく、次の数4に示すような補正式を用いても良い。

【0066】〔数4〕 $f_n = f_s [1 + \alpha \{ FILS\oplus / T_{ID} - 1 \}] \times [1 + \beta \{ T_{ID} / (FILD - \Sigma DIFF) - 1 \}]$

【0067】ここで、 f_n ；補正後の区間周波数
 f_s ；PROM42に予め記憶された標準周波数
 $FILS\oplus$ ；RAM43に補正テーブルとして記憶された校正用のロータリーエンコーダ36のインターバル値 $T_{(N)}$ を、補正対象の現在の区間からその前後±mだけの区間に渡って2段階で重み付けを行って平均化した後のインターバル値、

16

すなわち

$$FILS\oplus = \{ h_1 \times (\sum T_{(N-k)}) / M_1 + h_2 \times (\sum T_{(N-m)}) / M_2 \} / M_3$$

ここで、 Σ は k が-2から+2まで、 m が-8から+8までに渡ってとられる。また、 M_1 は重み付けの係数 h_1 に加算するデータの数（ここでは、-2から+2までの5個）を掛けた値、 M_2 は重み付けの係数 h_2 に加算するデータの数（ここでは、-8から+8までの17個）を掛けた値を、 M_3 は何段階で重み付けを行うかを示す値（ここでは、2）を示している。

FILD；PROM42に予め記憶された補正動作時の1区間先の理想値 ΣT_{ID} とリアルタイムで読み込んだロータリーエンコーダ35のインターバル値 $\Sigma T'_{(N)}$ との差の計算値 $(\Sigma T_{ID} - \Sigma T'_{(N)})$ を、区間 (N) からそれ以前のmだけの区間に渡って平均化した後の値、すなわち

$$FILD = 1/m \{ (\Sigma T_{ID} - \Sigma T'_{(N-m+1)}) + (\Sigma T_{ID} - \Sigma T'_{(N-m+2)}) + (\Sigma T_{ID} - \Sigma T'_{(N-m+3)}) + \dots + (\Sigma T_{ID} - \Sigma T'_{(N-1)}) + (\Sigma T_{ID} - \Sigma T'_{(N)}) \}$$

$\Sigma DIFF$ ；ロータリーエンコーダ35と校正用のロータリーエンコーダ36との各々のインターバル値 $T_{L(N)}$ 、 $T_{(N)}$ を区間 (N) からそれ以前のmだけの区間に渡って平均化した後、これらの値の差分データ $(FILS\oplus' - FILS\oplus)$ を、ゼロ相パルスから積算した値、すなわち、

$$\Sigma DIFF = \Sigma (FILS\oplus' - FILS\oplus) \quad 0 \sim N \text{まで}$$

$$= \Sigma \{ 1/m (T_{L(N-m+1)} + T_{L(N-m+2)} + T_{L(N-m+3)} + \dots + T_{L(N-1)} + T_{L(N)}) - 1/m (T_{(N-m+1)} + T_{(N-m+2)} + T_{(N-m+3)} + \dots + T_{(N-1)} + T_{(N)}) \} \quad (\Sigma \text{は } 0 \sim N \text{まで})$$

T_{ID} ；PROM42に予め記憶された1区間の理想的計算値、すなわち、ドライブロール25の回転軸に全く回転変動がない理想的な状態における1区間のインターバル値

α ；PROM42に予め記憶されたフィードフォワード部の定数

β ；PROM42に予め記憶されたフィードバック部の定数

である。

【0068】なお、フィードフォワード制御のみでの実験データ及び論理解析により、 $\alpha = 1$ のときには応答遅れがないため予め分かれている値をその分だけ補正することができるので、補正効果が最良となるため、(1)式に $\alpha = 1$ を代入すると（系により α は、1に近い値が選定される）、次の数5式の如くなる。

【0069】〔数5〕 $f_n = f_s [1 + \alpha \{ FILS\oplus / T_{ID} - 1 \} + \beta \{ T_{ID} / (FILD - \Sigma DIFF) - 1 \}]$

17

$$\begin{aligned}
 &= f_s \times (FILS@ / T_{ID}) + f_s \times \beta \{ T_{ID} / (F \\
 &\quad I LD - \Sigma D I FF) - 1 \} \\
 &= f_s \times (FILS@ / T_{ID}) + \beta \times \{ f_s \cdot T_{ID} / \\
 &\quad (FILD - \Sigma D I FF) - f_s \}
 \end{aligned}$$

【0070】この実施例では、補正式として数式を用いている。

【0071】ところで、この実施例では、上記の如く、第2の回転検出手段である校正用のロータリーエンコーダ36の検出値を、2段階で重み付けを行って平均化した後、この平均化されたデータを用いて転写体搬送ベルト20の駆動速度を制御するように構成されている。

【0072】すなわち、この実施例では、上記の如く校正用のロータリーエンコーダ36の検出値を、ただ単に平均化して駆動制御に使用するのではなく、校正用のロータリーエンコーダ36の検出値を、前記FILS@に示すように、2段階の領域に分けて各領域毎に異なる重み付けを行って平均化するようになっている。この校正用のロータリーエンコーダ36の検出値を2段階に区分して重み付けして平均化する方法としては、例えば、図2及び図3に示すような2段階フィルターが使用される。なお、異なる重み付けを行って平均化するには、2段階に区分する場合に限らず、図2及び図3に示すように、3段階に区分して異なる重み付けを行って平均化してもよく、あるいは三角フィルターを用いて連続的に区分して異なる重み付けを行って平均化するようにしても良い。この実施例では、校正用のロータリーエンコーダ36の検出値を2段階に区分するために、補正対象の現在の区間を中心にして前後±2の区間に渡って、"0.5"の重み付けをして加算して平均化とともに、補正対象の現在の区間を中心にして前後±8から±8までの区間に渡って、"0.5"の重み付けをして加算して平均化するようになっている。

【0073】図1は上記2段階に渡って重み付けをして平均化処理をする場合のダイアグラムを示すものである。

【0074】図において、50はRAM43に補正テーブルとして記憶された校正用のロータリーエンコーダ36のインターバル値T(N)を示すものであり、このインターバル値T(N)50は、図15に示すものである。上記RAM43に記憶された校正用ロータリーエンコーダ36のインターバル値T(N)50は、RAM43から補正対象の現在の区間が中心となるように、前後±2の区間に渡って合計5個のデータZ-151が読み出される。そして、これらの合計5個のインターバル値T(N)51は、CPU41の演算処理によって互いにh0 = h1 = h2 = h3 = h4 = 0.5の重み付けをして加算処理52された後、平均化するためにM1で除算される。ここで、M1は上述したように重み付けの係数h0 (= 0.5)に加算するデータの数(ここでは、-2から+2までの5個)を掛けた値(= 2.5)である。

18

【0075】さらに、上記RAM43に記憶された校正用ロータリーエンコーダ36のインターバル値T(N)50は、RAM43から補正対象の現在の区間が中心となるように、前後±8の区間に渡って合計17個のデータZ-153が読み出される。そして、これらの合計17個のインターバル値T(N)53は、CPU41の演算処理によって互いにh0 = h1 = ... = h16 = 0.5の重み付けをして加算処理54された後、平均化するためにM2で除算される。ここで、M2は上述したように重み付けの係数h0 (= 0.5)に加算するデータの数(ここでは、-8から+8までの17個)を掛けた値(= 8.5)である。

【0076】そして、上記2段階に渡って重み付けをして平均化されたデータ55、56は、CPU41の演算処理によって互いに加算処理57され、加算するデータの数M3 (= 2)で除算することによって、最終的に制御データの1つであるFILS@58が得られる。

【0077】なお、上記の如く重み付けの係数を"0.5"に設定した場合には、CPU41の演算処理によって重み付けをした平均化処理を行う際に、2進数で表される所定のデータを順次加算した後、加算データを1ビットだけシフトさせることによって、重み付けの係数"0.5"を掛ける演算処理を行うことができるので、演算処理が非常に簡単であり、高速度の制御に対応できるという特徴を有している。これは、重み付けの係数が"0.5"の場合に限られるものではなく、図に示すような3段階フィルター処理における場合のように、重み付けの係数が"0.25"の場合には、2進数で表される所定のデータを順次加算した後、加算データを2ビットだけシフトさせることによって、重み付けの係数"0.25"を掛ける演算処理を行うことができるので、同様の効果が得られる。

【0078】また、必要に応じて、FILD及びΣDFFの一方又は双方に対して重み付けをして平均化するようにも良いか。

【0079】以上の構成において、この実施例に係る回転体の駆動制御装置では、次のようにして転写体搬送ベルトの駆動制御が行われる。すなわち、上記カラー画像形成装置では、図9に示すように、感光体ドラム10K、10Y、10M、10Cの表面にそれぞれ黒、イエロー、マゼンタ、シアンの各色のトナー像を順次形成し、これらの感光体ドラム10K、10Y、10M、10C上に形成された各色のトナー像を、転写体搬送ベルト20上に保持された転写用紙15上に順次転写することによって、カラー画像の形成が行われる。その際、上記転写体搬送ベルト20を回転運動するドライブロール25は、次のようにして駆動状態が制御される。

【0080】カラー画像の形成を開始するとき、CPU41は、図11に示すように、前記標準周波数f_sで駆動モーター30を駆動し、転写体搬送ベルト20を回

19

転運動するドライブロール25を回転させる。そして、ローターエンコーダ35のゼロ相パルスS₁₀を検出した後、前記補正テーブルに記憶されているインターバル値T_(N)、T_{L(N)}と、各区間毎にロータリーエンコーダー-36から出力されて計測されたインターバル値T'_(N)に基づき、数5式にしたがって、次の区間(N+1)の補正周波数f_nを計算し、駆動モーター30へ出力する。

【0081】この数5式に基づく駆動周波数の補正是、常時行われるが、必要に応じて所定の時期に行っても良い。

【0082】そして、CPU41は、上記補正後の駆動周波数f_nのデータを、インターバルカウンタ45に出力し、インターバルカウンタ45は、パルス発振器46から出力されるパルスをカウントし、このパルスのカウント値が補正後の駆動周波数f_nに対応した値に達する度に駆動パルスS_{DP}を出力する。その結果、上記ドライブロール25は、駆動モータドライバ47を介して駆動モーター30に供給される補正後の駆動周波数f_nの駆動パルスS_{DP}によって回転駆動される。

【0083】いま、仮に、上記ドライブロール25の回転変動が全くない場合には、FILS①、FIELD及びΣDIFFの各値は、FILS①及びFIELDがT_{ID}に、ΣDIFFが0になるため、数5式は、f_n = f_sとなり、当然のことながら、補正後の駆動周波数f_nは、標準周波数f_sと等しくなる。

【0084】しかし、実際のドライブロール25には、当該ドライブロール25の一回転に対応する速度変動がその高調波成分とともに転写体搬送ベルト20に発生し、かつ、最終段のギヤ34の歯数に対応する速度変動成分等も発生する。その結果、駆動モーター30を標準周波数f_sで駆動した場合でも、ドライブロール25の回転速度は、所定の値と一致しない。そこで、CPU41は、数5式に基づいて駆動モーター30の回転状態を制御し、ドライブロール25に回転変動が発生するのを防止するようになっている。いま、補正の対象となるK番目の区間の補正テーブルのインターバル値が長い場合、すなわち、駆動モーター30を一定角速度で回転させたときのドライブロール25の角速度がK番目の区間で遅くなっている場合には、その区間の補正テーブルに記憶されたインターバル値T_(K)がT_{ID}よりも大きくなるため、補正周波数f_nが次のようにして高くなる。すなわち、補正式数5式において、FILS①及びFIELD、ΣDIFFの値は、次のようになる。

【0085】FILS①は、{h₁ × (ΣT_(N-K)) / M₁ + h₂ × (ΣT_(N-a)) / M₂} / M₃であるから、補正の対象となるK番目の区間の補正テーブルのインターバル値T_(K)が大きい場合には、このFILS①はT_{ID}よりも大きな値となる。従って、補正式数5式において、(FILS① / T_{ID})の値は1よりも大きな値

20

となる。

【0086】なお、補正式数5式において、FIELDは、 $1/m \{ (\Sigma T_{ID} - \Sigma T'_{(N-a+1)}) + (\Sigma T_{ID} - \Sigma T'_{(N-a+2)}) + (\Sigma T_{ID} - \Sigma T'_{(N-a+3)}) + \dots + (\Sigma T_{ID} - \Sigma T'_{(N-1)}) + (\Sigma T_{ID} - \Sigma T'_{(N)}) \}$ であり、1区間先の理想値ΣT_{ID}とリアルタイムで読み込まれるロータリーエンコーダ35のインターバル値ΣT'_(N)との差の計算値を平均化した値であるため、上述したFILS①の補正によってドライブロール25の回転変動が補正されれば、FIELDの値は、T_{ID}にロータリーエンコーダ35の検出誤差を加えた値に理論的には等しくなる。ここで、ロータリーエンコーダ35の検出誤差は、ΣDIFFに他ならないから、補正式数5式の第2項である $\beta \times \{ f_s \cdot T_{ID} / (FIELD - \Sigma DIFF) - f_s \}$ の値は、(FIELD - ΣDIFF)がT_{ID}となり、結果的に0となる。なお、補正式数5式のβの値は、適宜設定される。

【0087】その結果、補正式数5式のf_nの値は、f_sより大きな値となり、補正周波数f_nが高くなる。これにより、駆動モーター30で駆動されるドライブロール25の回転の角速度が一定になるように制御され、転写体搬送ベルト20の周速が一定となる。

【0088】また、経時変化、温度変化等によって、形状・寸法の膨張・縮小がギヤの歯溝の振れもしくは全ピッチ噛み合い誤差に影響を及ぼし、これによって偏心成分が変化する。この経時変化、温度変化等により、K番目の区間の角速度が速くなった場合、すなわち、補正の対象となるK番目の区間の補正テーブルのインターバル値が短い場合には、その区間のロータリーエンコーダ35によってリアルタイムで検出されるインターバル値T'_(K)がT_{ID}よりも小さくなるため、補正周波数f_nが次のようにして低くなる。すなわち、補正式数5式において、FILS①、FIELD及びΣDIFFの各値は、次のようになる。

【0089】FIELDは、 $1/m \{ (\Sigma T_{ID} - \Sigma T'_{(N-a+1)}) + (\Sigma T_{ID} - \Sigma T'_{(N-a+2)}) + (\Sigma T_{ID} - \Sigma T'_{(N-a+3)}) + \dots + (\Sigma T_{ID} - \Sigma T'_{(N-1)}) + (\Sigma T_{ID} - \Sigma T'_{(N)}) \}$ であるから、ロータリーエンコーダ35によってリアルタイムで検出されるインターバル値T'_(K)がT_{ID}よりも小さくなれば、このFIELDは、T_{ID}よりも大きな値となる。そのため、補正式数5式の第2項である $\beta \times \{ f_s \cdot T_{ID} / (FIELD - \Sigma DIFF) - f_s \}$ の値は、FIELDから検出誤差ΣDIFFを減算した値(FIELD - ΣDIFF)がT_{ID}よりも大きな値となるため、f_s · T_{ID} / (FIELD - ΣDIFF)がf_sよりも小さな値となる。その結果、上記補正式数5式の第2項の値は、f_sとf_s · T_{ID} / (FIELD - ΣDIFF)がそれ程大きくは異なるため、マイナスの小さな値となり、補正周波数f_nが低くなる。

21

【0090】なお、FILS①は、経時変化や温度変化等によって生じる誤差を補正するものではなく、ドライブロール25の駆動系が有する本来的な誤差を補正するものであるので、このFILS①は、前述したように所定の値をとる。

【0091】このように、補正式数5式の f_n の値は、 f_s より小さな値となり、補正周波数 f_n が低くなる。これにより、駆動モーター30で駆動されるドライブロール25の回転の角速度が一定になるように制御され、転写体搬送ベルト20の周速が一定となる。

【0092】上述のように、本実施例によれば、転写体搬送ベルト20の角速度の変化を補正することができるだけでなく、経時変化、温度変化等により生じる動的な角速度の変化も補正することができる。

【0093】しかも、ロータリーエンコーダ35、36から出力されるインターバル値は、CPU41によって平均化してから補正に使用するようになっているので、RAM43に記憶させるドライブロール25の角速度の変化情報を、角速度の分割数を大幅に増加させた場合でも、ロータリーエンコーダ35、36から出力されるインターバル値が平均化され、補正による変化分が大きくなつて、駆動モーター30からギヤを介してドライブロール25の回転軸に至るまでの系に対する加振源となり、発振したり系の固有振動数の振幅が大きくなる虞れを防止することができる。

【0094】また、校正用のロータリーエンコーダ36は、工場における調整時にのみ使用するものであり、工場からの出荷時には、カラー画像形成装置から取り外されるため、カラー画像形成装置のコストを増加させるこ*

$$Y(n) = 1/2 \times (\sum X'(n-k)) + 1/2 \times (\sum X'(n-m))$$

と表すことができる。なお、ここで、 Σ は $k=-2$ から2まで、 m は-8から8までとするものとする。また、式 $Y(n)$ は、全体に記載されていない所定の係数で割ることによって平均化がなされるものである。

【0098】これは、結果的に二組の移動平均フィルタ※

$$H(Z) = 1/2 \times (Z^2 + Z^1 + 1 + Z^{-1} + Z^{-2}) ; h_0 = 1/2$$

となる。周波数応答は Z を $e^{j\omega t}$ に置き換えることに★ ★より、

$$H(n) = 1/2 \times (\cos(2\omega t) + \cos(\omega t) + 1)$$

と求められる。同様に第2項も求められ、第2項は、

$$Y_2(n) = 1/2 \times (\sum X'(n-m)) ; h_0 = 1/2$$

であり、ここで、 Σ は $m=-8$ から8までとするものとする。この周波数伝達関数 $H(Z)$ は、

$$H(Z) = 1/2 \times (Z^8 + Z^7 + Z^6 + Z^5 + Z^4 + Z^3 + Z^2 + Z^1 + 1 + Z^{-1} + Z^{-2} + Z^{-3} + Z^{-4} + Z^{-5} + Z^{-6} + Z^{-7} + Z^{-8})$$

となる。周波数応答は Z を $e^{j\omega t}$ に置き換えることに◆ ◆より、

$$H(n) = 1/2 \times (\cos(8\omega t) + \dots + \cos(\omega t) + 1)$$

よって、最終的な伝達関数は、

$$Y(n)/X(n) = H(n) = 1/2 \times (\cos(8\omega t) + \dots + 2\cos(2\omega t) + 2\cos(\omega t) + 2)$$

となる。

*となく、高精度の制御が可能となる。

【0095】さらに、この実施例では、CPU41によって、カラー画像形成装置の動作時に、RAM43に記憶された校正用のロータリーエンコーダ36の回転速度情報を読み出し、このRAM43に記憶された校正用のロータリーエンコーダ36の回転速度情報を各区間毎に2段階に重み付けをした上で平均化して、この平均化された回転速度情報に基づいて補正式である5式によって転写体搬送ベルト20の駆動を制御するように構成されている。そのため、上記転写体搬送ベルト20の駆動制御動作において、当該転写体搬送ベルト20の回転角速度に変動がある場合でも、校正用のロータリーエンコーダ36の回転速度情報を各区間毎に重み付けをした上で平均化して、この平均化された回転速度情報を基づいて転写体搬送ベルト20の駆動状態が制御されるので、従来の移動平均化処理に比べて制御対象となる分割区間から離れた区間の回転変動情報の影響を低減することができ、従来の移動平均化処理ではかえって増幅されてしまっていた高周波領域の回転変動を低減することが可能となる。

【0096】さらに説明すると、CPU41が2段階の加算処理を行い、これらの2段階の加算処理によって図2及び図3に示すような二段型フィルターの重み付けを行っているので、次のようにして、従来の移動平均化処理ではかえって増幅されてしまっていた高周波領域の回転変動を低減することが可能となる。

【0097】上記二段型フィルターの特性は、次に示すようになる。いま、入力を $X(n)$ としたときの出力 $Y(n)$ は、

$$Y_1(n) = 1/2 \times (\sum X'(n-k))$$

であり、この周波数伝達関数 $H(Z)$ は、

$$H(Z) = 1/2 \times (Z^2 + Z^1 + 1 + Z^{-1} + Z^{-2})$$

であり、最初の項は、

$$Y_2(n) = 1/2 \times (\sum X'(n-m))$$

であり、最初の項について解析すれば、

$$Y_2(n) = 1/2 \times (\sum X'(n-m))$$

であり、この周波数伝達関数 $H(Z)$ は、

$$H(Z) = 1/2 \times (Z^8 + Z^7 + Z^6 + Z^5 + Z^4 + Z^3 + Z^2 + Z^1 + 1 + Z^{-1} + Z^{-2} + Z^{-3} + Z^{-4} + Z^{-5} + Z^{-6} + Z^{-7} + Z^{-8})$$

である。この周波数伝達関数 $H(Z)$ は、

$$H(Z) = 1/2 \times (Z^8 + Z^7 + Z^6 + Z^5 + Z^4 + Z^3 + Z^2 + Z^1 + 1 + Z^{-1} + Z^{-2} + Z^{-3} + Z^{-4} + Z^{-5} + Z^{-6} + Z^{-7} + Z^{-8})$$

である。この周波数伝達関数 $H(Z)$ は、

$$H(Z) = 1/2 \times (Z^8 + Z^7 + Z^6 + Z^5 + Z^4 + Z^3 + Z^2 + Z^1 + 1 + Z^{-1} + Z^{-2} + Z^{-3} + Z^{-4} + Z^{-5} + Z^{-6} + Z^{-7} + Z^{-8})$$

である。この周波数伝達関数 $H(Z)$ は、

$$H(Z) = 1/2 \times (Z^8 + Z^7 + Z^6 + Z^5 + Z^4 + Z^3 + Z^2 + Z^1 + 1 + Z^{-1} + Z^{-2} + Z^{-3} + Z^{-4} + Z^{-5} + Z^{-6} + Z^{-7} + Z^{-8})$$

である。この周波数伝達関数 $H(Z)$ は、

$$H(Z) = 1/2 \times (Z^8 + Z^7 + Z^6 + Z^5 + Z^4 + Z^3 + Z^2 + Z^1 + 1 + Z^{-1} + Z^{-2} + Z^{-3} + Z^{-4} + Z^{-5} + Z^{-6} + Z^{-7} + Z^{-8})$$

である。この周波数伝達関数 $H(Z)$ は、

$$H(Z) = 1/2 \times (Z^8 + Z^7 + Z^6 + Z^5 + Z^4 + Z^3 + Z^2 + Z^1 + 1 + Z^{-1} + Z^{-2} + Z^{-3} + Z^{-4} + Z^{-5} + Z^{-6} + Z^{-7} + Z^{-8})$$

である。この周波数伝達関数 $H(Z)$ は、

$$H(Z) = 1/2 \times (Z^8 + Z^7 + Z^6 + Z^5 + Z^4 + Z^3 + Z^2 + Z^1 + 1 + Z^{-1} + Z^{-2} + Z^{-3} + Z^{-4} + Z^{-5} + Z^{-6} + Z^{-7} + Z^{-8})$$

である。この周波数伝達関数 $H(Z)$ は、

$$H(Z) = 1/2 \times (Z^8 + Z^7 + Z^6 + Z^5 + Z^4 + Z^3 + Z^2 + Z^1 + 1 + Z^{-1} + Z^{-2} + Z^{-3} + Z^{-4} + Z^{-5} + Z^{-6} + Z^{-7} + Z^{-8})$$

である。この周波数伝達関数 $H(Z)$ は、

$$H(Z) = 1/2 \times (Z^8 + Z^7 + Z^6 + Z^5 + Z^4 + Z^3 + Z^2 + Z^1 + 1 + Z^{-1} + Z^{-2} + Z^{-3} + Z^{-4} + Z^{-5} + Z^{-6} + Z^{-7} + Z^{-8})$$

である。この周波数伝達関数 $H(Z)$ は、

$$H(Z) = 1/2 \times (Z^8 + Z^7 + Z^6 + Z^5 + Z^4 + Z^3 + Z^2 + Z^1 + 1 + Z^{-1} + Z^{-2} + Z^{-3} + Z^{-4} + Z^{-5} + Z^{-6} + Z^{-7} + Z^{-8})$$

である。この周波数伝達関数 $H(Z)$ は、

$$H(Z) = 1/2 \times (Z^8 + Z^7 + Z^6 + Z^5 + Z^4 + Z^3 + Z^2 + Z^1 + 1 + Z^{-1} + Z^{-2} + Z^{-3} + Z^{-4} + Z^{-5} + Z^{-6} + Z^{-7} + Z^{-8})$$

である。この周波数伝達関数 $H(Z)$ は、

$$H(Z) = 1/2 \times (Z^8 + Z^7 + Z^6 + Z^5 + Z^4 + Z^3 + Z^2 + Z^1 + 1 + Z^{-1} + Z^{-2} + Z^{-3} + Z^{-4} + Z^{-5} + Z^{-6} + Z^{-7} + Z^{-8})$$

である。この周波数伝達関数 $H(Z)$ は、

$$H(Z) = 1/2 \times (Z^8 + Z^7 + Z^6 + Z^5 + Z^4 + Z^3 + Z^2 + Z^1 + 1 + Z^{-1} + Z^{-2} + Z^{-3} + Z^{-4} + Z^{-5} + Z^{-6} + Z^{-7} + Z^{-8})$$

である。この周波数伝達関数 $H(Z)$ は、

$$H(Z) = 1/2 \times (Z^8 + Z^7 + Z^6 + Z^5 + Z^4 + Z^3 + Z^2 + Z^1 + 1 + Z^{-1} + Z^{-2} + Z^{-3} + Z^{-4} + Z^{-5} + Z^{-6} + Z^{-7} + Z^{-8})$$

である。この周波数伝達関数 $H(Z)$ は、

$$H(Z) = 1/2 \times (Z^8 + Z^7 + Z^6 + Z^5 + Z^4 + Z^3 + Z^2 + Z^1 + 1 + Z^{-1} + Z^{-2} + Z^{-3} + Z^{-4} + Z^{-5} + Z^{-6} + Z^{-7} + Z^{-8})$$

である。この周波数伝達関数 $H(Z)$ は、

$$H(Z) = 1/2 \times (Z^8 + Z^7 + Z^6 + Z^5 + Z^4 + Z^3 + Z^2 + Z^1 + 1 + Z^{-1} + Z^{-2} + Z^{-3} + Z^{-4} + Z^{-5} + Z^{-6} + Z^{-7} + Z^{-8})$$

である。この周波数伝達関数 $H(Z)$ は、

$$H(Z) = 1/2 \times (Z^8 + Z^7 + Z^6 + Z^5 + Z^4 + Z^3 + Z^2 + Z^1 + 1 + Z^{-1} + Z^{-2} + Z^{-3} + Z^{-4} + Z^{-5} + Z^{-6} + Z^{-7} + Z^{-8})$$

である。この周波数伝達関数 $H(Z)$ は、

$$H(Z) = 1/2 \times (Z^8 + Z^7 + Z^6 + Z^5 + Z^4 + Z^3 + Z^2 + Z^1 + 1 + Z^{-1} + Z^{-2} + Z^{-3} + Z^{-4} + Z^{-5} + Z^{-6} + Z^{-7} + Z^{-8})$$

である。この周波数伝達関数 $H(Z)$ は、

$$H(Z) = 1/2 \times (Z^8 + Z^7 + Z^6 + Z^5 + Z^4 + Z^3 + Z^2 + Z^1 + 1 + Z^{-1} + Z^{-2} + Z^{-3} + Z^{-4} + Z^{-5} + Z^{-6} + Z^{-7} + Z^{-8})$$

である。この周波数伝達関数 $H(Z)$ は、

$$H(Z) = 1/2 \times (Z^8 + Z^7 + Z^6 + Z^5 + Z^4 + Z^3 + Z^2 + Z^1 + 1 + Z^{-1} + Z^{-2} + Z^{-3} + Z^{-4} + Z^{-5} + Z^{-6} + Z^{-7} + Z^{-8})$$

である。この周波数伝達関数 $H(Z)$ は、

$$H(Z) = 1/2 \times (Z^8 + Z^7 + Z^6 + Z^5 + Z^4 + Z^3 + Z^2 + Z^1 + 1 + Z^{-1} + Z^{-2} + Z^{-3} + Z^{-4} + Z^{-5} + Z^{-6} + Z^{-7} + Z^{-8})$$

である。この周波数伝達関数 $H(Z)$ は、

$$H(Z) = 1/2 \times (Z^8 + Z^7 + Z^6 + Z^5 + Z^4 + Z^3 + Z^2 + Z^1 + 1 + Z^{-1} + Z^{-2} + Z^{-3} + Z^{-4} + Z^{-5} + Z^{-6} + Z^{-7} + Z^{-8})$$

である。この周波数伝達関数 $H(Z)$ は、

$$H(Z) = 1/2 \times (Z^8 + Z^7 + Z^6 + Z^5 + Z^4 + Z^3 + Z^2 + Z^1 + 1 + Z^{-1} + Z^{-2} + Z^{-3} + Z^{-4} + Z^{-5} + Z^{-6} + Z^{-7} + Z^{-8})$$

である。この周波数伝達関数 $H(Z)$ は、

$$H(Z) = 1/2 \times (Z^8 + Z^7 + Z^6 + Z^5 + Z^4 + Z^3 + Z^2 + Z^1 + 1 + Z^{-1} + Z^{-2} + Z^{-3} + Z^{-4} + Z^{-5} + Z^{-6} + Z^{-7} + Z^{-8})$$

である。この周波数伝達関数 $H(Z)$ は、

$$H(Z) = 1/2 \times (Z^8 + Z^7 + Z^6 + Z^5 + Z^4 + Z^3 + Z^2 + Z^1 + 1 + Z^{-1} + Z^{-2} + Z^{-3} + Z^{-4} + Z^{-5} + Z^{-6} + Z^{-7} + Z^{-8})$$

である。この周波数伝達関数 $H(Z)$ は、

$$H(Z) = 1/2 \times (Z^8 + Z^7 + Z^6 + Z^5 + Z^4 + Z^3 + Z^2 + Z^1 + 1 + Z^{-1} + Z^{-2} + Z^{-3} + Z^{-4} + Z^{-5} + Z^{-6} + Z^{-7} + Z^{-8})$$

である。この周波数伝達関数 $H(Z)$ は、

$$H(Z) = 1/2 \times (Z^8 + Z^7 + Z^6 + Z^5 + Z^4 + Z^3 + Z^2 + Z^1 + 1 + Z^{-1} + Z^{-2} + Z^{-3} + Z^{-4} + Z^{-5} + Z^{-6} + Z^{-7} + Z^{-8})$$

である。この周波数伝達関数 $H(Z)$ は、

$$H(Z) = 1/2 \times (Z^8 + Z^7 + Z^6 + Z^5 + Z^4 + Z^3 + Z^2 + Z^1 + 1 + Z^{-1} + Z^{-2} + Z^{-3} + Z^{-4} + Z^{-5} + Z^{-6} + Z^{-7} + Z^{-8})$$

である。この周波数伝達関数 $H(Z)$ は、

$$H(Z) = 1/2 \times (Z^8 + Z^7 + Z^6 + Z^5 + Z^4 + Z^3 + Z^2 + Z^1 + 1 + Z^{-1} + Z^{-2} + Z^{-3} + Z^{-4} + Z^{-5} + Z^{-6} + Z^{-7} + Z^{-8})$$

である。この周波数伝達関数 $H(Z)$ は、

$$H(Z) = 1/2 \times (Z^8 + Z^7 + Z^6 + Z^5 + Z^4 + Z^3 + Z^2 + Z^1 + 1 + Z^{-1} + Z^{-2} + Z^{-3} + Z^{-4} + Z^{-5} + Z^{-6} + Z^{-7} + Z^{-8})$$

である。この周波数伝達関数 $H(Z)$ は、

$$H(Z) = 1/2 \times (Z^8 + Z^7 + Z^6 + Z^5 + Z^4 + Z^3 + Z^2 + Z^1 + 1 + Z^{-1} + Z^{-2} + Z^{-3} + Z^{-4} + Z^{-5} + Z^{-6} + Z^{-7} + Z^{-8})$$

である。この周波数伝達関数 $H(Z)$ は、

$$H(Z) = 1/2 \times (Z^8 + Z^7 + Z^6 + Z^5 + Z^4 + Z^3 + Z^2 + Z^1 + 1 + Z^{-1} + Z^{-2} + Z^{-3} + Z^{-4} + Z^{-5} + Z^{-6} + Z^{-7} + Z^{-8})$$

である。この周波数伝達関数 $H(Z)$ は、

$$H(Z) = 1/2 \times (Z^8 + Z^7 + Z^6 + Z^5 + Z^4 + Z^3 + Z^2 + Z^1 + 1 + Z^{-1} + Z^{-2} + Z^{-3} + Z^{-4} + Z^{-5} + Z^{-6} + Z^{-7} + Z^{-8})$$

である。この周波数伝達関数 $H(Z)$ は、

$$H(Z) = 1/2 \times (Z^8 + Z^7 + Z^6 + Z^5 + Z^4 + Z^3 + Z^2 + Z^1 + 1 + Z^{-1} + Z^{-2} + Z^{-3} + Z^{-4} + Z^{-5} + Z^{-6} + Z^{-7} + Z^{-8})$$

である。この周波数伝達関数 $H(Z)$ は、

$$H(Z) = 1/2 \times (Z^8 + Z^7 + Z^6 + Z^5 + Z^4 + Z^3 + Z^2 + Z^1 + 1 + Z^{-1} + Z^{-2} + Z^{-3} + Z^{-4} + Z^{-5} + Z^{-6} + Z^{-7} + Z^{-8})$$

である。この周波数伝達関数 $H(Z)$ は、

$$H(Z) = 1/2 \times (Z^8 + Z^7 + Z^6 + Z^5 + Z^4 + Z^3 + Z^2 + Z^1 + 1 + Z^{-1} + Z^{-2} + Z^{-3} + Z^{-4} + Z^{-5} + Z^{-6} + Z^{-7} + Z^{-8})$$

である。この周波数伝達関数 $H(Z)$ は、

$$H(Z) = 1/2 \times (Z^8 + Z^7 + Z^6 + Z^5 + Z^4 + Z^3 + Z^2 + Z^1 + 1 + Z^{-1} + Z^{-2} + Z^{-3} + Z^{-4} + Z^{-5} + Z^{-6} + Z^{-7} + Z^{-8})$$

である。この周波数伝達関数 $H(Z)$ は、

$$H(Z) = 1/2 \times (Z^8 + Z^7 + Z^6 + Z^5 + Z^4 + Z^3 + Z^2 + Z^1 + 1 + Z^{-1} + Z^{-2} + Z^{-3} + Z^{-4} + Z^{-5} + Z^{-6} + Z^{-7} + Z^{-8})$$

である。この周波数伝達関数 $H(Z)$ は、

$$H(Z) = 1/2 \times (Z^8 + Z^7 + Z^6 + Z^5 + Z^4 + Z^3 + Z^2 + Z^1 + 1 + Z^{-1} + Z^{-2} + Z^{-3} + Z^{-4} + Z^{-5} + Z^{-6} + Z^{-7} + Z^{-8})$$

である。この周波数伝達関数 $H(Z)$ は、

$$H(Z) = 1/2 \times (Z^8 + Z^7 + Z^6 + Z^5 + Z^4 + Z^3 + Z^2 + Z^1 + 1 + Z^{-1} + Z^{-2} + Z^{-3} + Z^{-4} + Z^{-5} + Z^{-6} + Z^{-7} + Z^{-8})$$

である。この周波数伝達関数 $H(Z)$ は、

$$H(Z) = 1/2 \times (Z^8 + Z^7 + Z^6 + Z^5 + Z^4 + Z^3 + Z^2 + Z^1 + 1 + Z^{-1} + Z^{-2} + Z^{-3} + Z^{-4} + Z^{-5} + Z^{-6} + Z^{-7} + Z^{-8})$$

である。この周波数伝達関数 $H(Z)$ は、

$$H(Z) = 1/2 \times (Z^8 + Z^7 + Z^6 + Z^5 + Z^4 + Z^3 + Z^2 + Z^1 + 1 + Z^{-1} + Z^{-2} + Z^{-3} + Z^{-4} + Z^{-5} + Z^{-6} + Z^{-7} + Z^{-8})$$

である。この周波数伝達関数 $H(Z)$ は、

$$H(Z) = 1/2 \times (Z^8 + Z^7 + Z^6 + Z^5 + Z^4 + Z^3 + Z^2 + Z^1 + 1 + Z^{-1} + Z^{-2} + Z^{-3} + Z^{-4} + Z^{-5} + Z^{-6} + Z^{-7} + Z^{-8})$$

である。この周波数伝達関数 $H(Z)$ は、

$$H(Z) = 1/2 \times (Z^8 + Z^7 + Z^6 + Z^5 + Z^4 + Z^3 + Z^2 + Z^1 + 1 + Z^{-1} + Z^{-2} + Z^{-3} + Z^{-4} + Z^{-5} + Z^{-6} + Z^{-7} + Z^{-8})$$

である。この周波数伝達関数 $H(Z)$ は、

$$H(Z) = 1/2 \times (Z^8 + Z^7 + Z^6 + Z^5 + Z^4 + Z^3 + Z^2 + Z^1 + 1 + Z^{-1} + Z^{-2} + Z^{-3} + Z^{-4} + Z^{-5} + Z^{-6} + Z^{-7} + Z^{-8})$$

である。この周波数伝達関数 $H(Z)$ は、

$$H(Z) = 1/2 \times (Z^8 + Z^7 + Z^6 + Z^5 + Z^4 + Z^3 + Z^2 + Z^1 + 1 + Z^{-1} + Z^{-2} + Z^{-3} + Z^{-4} + Z^{-5} + Z^{-6} + Z^{-7} + Z^{-8})$$

である。この周波数伝達関数 $H(Z)$ は、

$$H(Z) = 1/2 \times (Z^$$

23

ルターを用いた場合には、50~80Hz近傍の高周波領域において入出力比がマイナスになることがないの
で、この周波数領域における回転変動が増幅されるのを
防止することができ、それ以外の高周波領域においても
入出力比の変動を小さく抑えることができ、回転変動を
低減できることがわかる。

【0100】この結果、上記転写体搬送ベルト20は、
駆動速度が一定となり、4個の感光体ドラム1Y、1
M、1C、1Kのそれぞれの転写部における速度も一定
となるので、各転写部間の位置ずれを小さくするこ
ができる。例えば、補正後の位置誤差△xは図18に示す
ように、非常に小さくなる。

【0101】なお、この位置誤差は、ロータリーエンコ
ーダ35の出力に基づいて以下に述べる方法で測定器により測定したものである。

【0102】すなわち、ロータリーエンコーダ35の出
力を、F/V変換し、更にA/D変換し、適当なサンプリ
ング周期でデジタル値をメモリする。そして、メモリ
された各デジタル値を平均するとともに、各デジタル値
とその平均値との差を求める。この差は、速度の差である
ので、これを時間積分して位置誤差を求めたものである。

【0103】従来、転写体搬送ベルト20は、フィード
バック制御のみで速度を制御されていた。そのときの、
速度変動を周波数毎にグラフ化して図19に示す。これ
から低周波領域に完全には消せない部分を持っているこ
とがわかり、そのため良好な画質を得られなかった。また、図20は移動平均フィルターを用いたフィードフォ
ワード制御を追加した結果を示すものである。この場合
でも、低周波領域ではかなりの効果があるが、高周波領域で、フィードバック制御のみの時より、速度変動が大
きくなってしまい、画質上別の悪化を招いている。これは
前述した增幅特性によるものであり、満足のいく画質改
善方法とは言い難い。

【0104】次に、図21に本方式のフィルターを用いた
結果を示す。高周波、低周波領域共に、増幅されず、
減少している。これにより、ようやく、満足のいく画質
が得られることがわかる。

【0105】実施例2

図22はこの発明の第2の実施例を示すものであり、前
記実施例と同一の部分には同一の符号を付して説明する
と、この実施例2では、転写体搬送ベルトの回転駆動を
制御するのではなく、感光体ドラムの回転駆動を制御す
るように構成されている。

【0106】すなわち、この実施例では、各感光体ドラ
ム1OK、10Y、10M、10Cの表面速度を160
mm/secで駆動すべく、二相ステッピングモーター
30は2920Hzの基本駆動周波数で毎秒14.6回
転しており、減速比1/24にて感光体ドラムの回転軸
を回転駆動し、負荷5Kgfで直径84mm、幅340

10

20

30

30

40

50

24

mmの各感光体ドラム1OK、10Y、10M、10C
を回転させている。このとき、減速比の関係から、0.
61Hzの感光体ドラムの回転軸一回転に対応する速度
変動が、その高調波成分とともに、感光体ドラム表面に
発生し、かつ、最終段のギヤの歯数に対応する速度変動
成分も発生する。これらは、ギヤの歯形が完全なインボ
リュート曲線では無いこと等前述の速度変動要因が同様
に発生する。これらの速度変動成分は、感光体ドラムの
回転軸に同軸に取り付けられた、ロータリーエンコーダ
-35のパルス間隔の変化として、観測、サンプリング
され、通常時、約217Hzの周波数が最大10%P-Pのバラツキとな
って観測される。これを各周波数毎の
変動成分に分解して、観測するため、FET法による解
析を行うと、周波数の速度変動成分が生じることが分か
る。

【0107】図22は上記各感光体ドラム1OK、10
Y、10M、10Cを回転駆動するための機構を示すも
のである。

【0108】図において、1OK、10Y、10M、1
0Cは前記各感光体ドラムを示すものであり、これらの
各感光体ドラム1OK、10Y、10M、10Cは、二
相ステッピングモーターからなる駆動モーター30と、
この駆動モーター30の駆動軸に固定された第1ギヤ3
1と、この第1ギヤ31と歯合する第2ギヤ32と、こ
の第2ギヤ32と同じ軸に固定された第3ギヤ33と、
この第3ギヤ33と歯合する感光体ドラム1OK、10
Y、10M、10Cの回転軸に固定された感光体ギヤ3
4とによって回転駆動されるようになっている。しか
も、上記感光体ドラム1OK、10Y、10M、10C
の回転軸には、慣性体としてのフライホイール35がそ
れぞれ取付けられている。

【0109】また、上記感光体ドラム1OK、10Y、
10M、10Cの回転軸には、ロータリーエンコーダ3
5及び校正用のロータリーエンコーダ36が取り付けら
れており、これらのロータリーエンコーダ35及び校正
用のロータリーエンコーダ36は、感光体ドラム10
K、10Y、10M、10Cの回転の角速度を検出する
ためのものである。また、上記ロータリーエンコーダ3
5及び校正用のロータリーエンコーダ36は、制御部4
0に接続されているとともに、この制御部40には、駆
動モーター30が接続されている。上記ロータリーエン
コーダ35としては、比較的低精度のものが使用され、
例えば、1回転当たり180あるいは360のパルスを
出力するものが用いられる。一方、上記校正用のロータ
リーエンコーダ36としては、高精度のものが使用さ
れ、例えば、1回転当たり1万数千のパルスを出力する
ものが用いられる。なお、上記校正用のロータリーエン
コーダ36は、例えば、工場における出荷前のカラー画
像形成装置の調整時にのみ感光体ドラム1OK、10
Y、10M、10Cの回転軸に取り付けられるものであ

25

り、工場から出荷される際には装置から取り外されるようになっている。

【0110】この実施例の駆動制御を行なう以前において、上記感光体ドラムの回転駆動機構は、感光体ドラム10K、10Y、10M、10Cを回転駆動する駆動モーター30への指令周波数を一定にしたときでも、感光体ドラム10K、10Y、10M、10Cの回転軸の偏心や、駆動ギヤ31、32、33、34の噛み合わせ誤差等によって、感光体ドラム10K、10Y、10M、10Cの回転には、図4に示すように、感光体軸部での回転角速度変動に伴う位置誤差（理想位置からの偏差を表す）が現れる。

【0111】このように、感光体ドラムの駆動制御を行なう以前においては、周波数 f_i 、系の共振周波数 f_n 及び駆動ギヤに起因する高周波数の近傍などに、振幅レベルの高いピークが現れ、これらの感光体ドラムの角速度の回転変動によって、転写用紙10上に順次転写されるカラー画像に色ずれや色むらが現れる。

【0112】上記感光体ドラムの角速度の回転変動は、感光体ドラムの1回転を1周期として発生する偏心成分などの低周波の変動や、系の共振周波数 f_n に対応した中間周波数の変動、あるいは駆動ギヤに起因する高周波成分の変動などからなる。

【0113】ところで、この実施例では、前記実施例と同様に、補正式5に基づいて、各感光体ドラム10K、10Y、10M、10Cを回転駆動する駆動モーター30の回転状態が制御される。そのため、各感光体ドラム10K、10Y、10M、10Cの回転変動を次のように低減することが可能となる。従来、感光体ドラム10K、10Y、10M、10Cはフィードバック制御のみで速度を制御されていた。そのときの、速度変動を周波数毎にグラフ化して図23に示す。これから低周波領域に完全には消せない部分を持っていることがわかり、そのため良好な画質を得られなかった。また、図24は移動平均フィルターを用いたフィードフォワード制御を追加した結果を示すものである。この場合でも、低周波領域ではかなりの効果があるが、高周波領域で、フィードバック制御のみの時より、速度変動が大きくなってしまい、画質上別な悪化を招いている。これは前述した增幅特性によるものであり、満足のいく画質改善方法とは言い難い。

【0114】次に、図25に本方式のフィルターを用いた結果を示す。高周波、低周波領域共に、増幅されず、減少している。これにより、ようやく、満足のいく画質が得られることがわかる。

【0115】その他の構成及び作用は前記実施例と同様であるので、説明を省略する。

【0116】また、この実施例では、上記感光体ドラム10K、10Y、10M、10Cの回転軸に、慣性体としてのフライホイール35をそれぞれ取付けるように構

26

成されているので、ギアの歯などによる高い周波数成分の変動が発生するのを防止することができ、画像に色むら等が発生するのを防止できる。

【0117】すなわち、これらの高周波成分の変動に対しては、慣性体としてのフライホイール35を最適に選ぶことにより抑えることができる。

【0118】そのフライホイール35の大きさ（慣性モーメント J_L ）は、下記の範囲内である時に高周波成分を小さくでき、かつ補正制御も効果的に働くことがわかった。

$$J_L \leq 0.5 \text{ Kg} \cdot \text{cm} \cdot \text{s}^2$$

【0119】実施例3~6

図26乃至図29はこの発明の実施例3~6をそれぞれ示すものであり、前記実等に他の一の部分には同一の符号を付して説明すると、図26に示す実施例では、感光体ドラム70上に4色のトナー像を順次形成し、これらのトナー像を転写ドラム71上に保持された転写用紙72に順次転写することによりカラー画像の記録を行なうように構成されている。そして、上記感光体ドラム70及び転写ドラム71の少なくとも一方が、本発明に係る回転体の駆動制御装置によって制御されるようになっている。

【0120】また、図27に示す実施例では、ベルト状感光体73上に4色のトナー像を順次重ね合わせた状態で形成し、これらのトナー像を一括して転写用紙72上に転写することによりカラー画像の記録を行なうように構成されている。そして、上記ベルト状感光体73が本発明に係る回転体の駆動制御装置によって制御するようになっている。

【0121】さらに、図28に示す実施例では、ベルト状感光体73上に4色のトナー像を順次重ね合わせた状態で形成し、これらのトナー像を一括して中間転写ベルト74上に一旦転写して、この中間転写ベルト74から転写用紙72上にトナー像を転写することによりカラー画像の記録を行なうように構成されている。そして、上記ベルト状感光体73及び中間転写ベルト74の少なくとも一方が本発明に係る回転体の駆動制御装置によって制御するようになっている。

【0122】また、図29に示す実施例では、感光体ドラム70上に4色のトナー像を順次形成し、これらのトナー像を一旦中間転写ベルト74上に転写した後、この中間転写ベルト74から転写用紙72上に一括して転写することによりカラー画像の記録を行なうように構成されている。そして、上記感光体ドラム70及び中間転写ベルト74の少なくとも一方が、本発明に係る回転体の駆動制御装置によって制御されるようになっている。

【0123】これらの実施例においても、他の構成は前記実施例1と同様であるので、その説明を省略する。

【0124】また、今までの実施例で画像転写系、画像形成系についての適応例を述べたが、画像読み取り装置

10

20

30

40

50

27

に用いても良好な画質を得ることが可能である。この場合には、例えば、CCD等を搭載したスキャナーブを直線状に操作駆動するための駆動ブーリーが回転体に相当する。

【0125】

【発明の効果】以上説明した構成及び作用から明らかなように、この発明では、回転体の速度制御を高精度に行なうようにした場合でも、回転体に発振が生じることがないのは勿論のこと、低廉なコストで高周波領域で生じる回転体の回転変動を効果的に低減することができ、濃度ムラ等が発生することのない高画質の画像を得ることが可能な画像機器において使用される回転体の駆動制御装置を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 図1はこの発明に係る回転体駆動制御装置の一実施例を示す制御動作のダイアグラムである。

【図2】 図2は制御手段で使用されるウインドー関数を示す図表である。

【図3】 図3は制御手段で使用されるウインドー関数を示すグラフである。

【図4】 図4は制御手段で使用されるウインドー関数のフィルター特性を示すグラフである。

【図5】 図5は制御手段で使用されるウインドー関数を示す図表である。

【図6】 図6は制御手段で使用されるウインドー関数のフィルター特性を示すグラフである。

【図7】 図7は三角窓ウンドー関数を使用する場合の制御動作を示すダイアグラムである。

【図8】 図8は制御手段で使用されるウンドー関数のフィルター特性を示すグラフである。

【図9】 図9はこの発明に係る回転体駆動制御装置の一実施例を適用したカラー画像形成装置を示す構成図である。

【図10】 図10は転写体搬送ベルトの駆動機構を示す構成図である。

【図11】 図11は制御部を示すブロック図である。

【図12】 図12はドライブロールの回転変動を示すグラフである。

【図13】 図13はドライブロールの回転変動の周波数成分を示すグラフである。

【図14】 図14(a)～(e)は制御部の動作をそれぞれ示すタイミングチャートである。

【図15】

| | | | | | |
|----------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|----------------|
| T ₁ | T ₂ | T ₃ | T ₄ | T ₅ | T ₆ |
| T ₇ | T ₈ | T ₉ | T ₁₀ | T ₁₁ | (以下略) |

28

【図15】 図15はデータを示す図である。

【図16】 図16はデータを示す図である。

【図17】 図17はデータを示す図である。

【図18】 図18はドライブロールの回転変動を示すグラフである。

【図19】 図19は従来例におけるドライブロールの回転変動の周波数成分を示すグラフである。

【図20】 図20は従来例におけるドライブロールの回転変動の周波数成分を示すグラフである。

10 【図21】 図21は本発明の一実施例におけるドライブロールの回転変動の周波数成分を示すグラフである。

【図22】 図22は感光体ドラムの駆動機構を示す構成図である。

【図23】 図23は従来例における感光体ドラムの回転変動の周波数成分を示すグラフである。

【図24】 図24は従来例における感光体ドラムの回転変動の周波数成分を示すグラフである。

【図25】 図25は本発明の一実施例における感光体ドラムの回転変動の周波数成分を示すグラフである。

20 【図26】 図26はこの発明の実施例3に係る回転体駆動制御装置を適用し得るカラー画像形成装置を示す構成図である。

【図27】 図27はこの発明の実施例4に係る回転体駆動制御装置を適用し得るカラー画像形成装置を示す構成図である。

【図28】 図28はこの発明の実施例5に係る回転体駆動制御装置を適用し得るカラー画像形成装置を示す構成図である。

30 【図29】 図29はこの発明の実施例6に係る回転体駆動制御装置を適用し得るカラー画像形成装置を示す構成図である。

【図30】 図30は従来の移動平均法を示すダイアグラムである。

【図31】 図31は制御手段で使用されるウンドー関数のフィルター特性を示すグラフである。

【符号の説明】

20 転写体搬送ベルト、25 ドライブロール、30 駆動モーター、41 CPU(制御手段)、43 RA

M(記憶手段)、50、51、53 回転速度情報デー

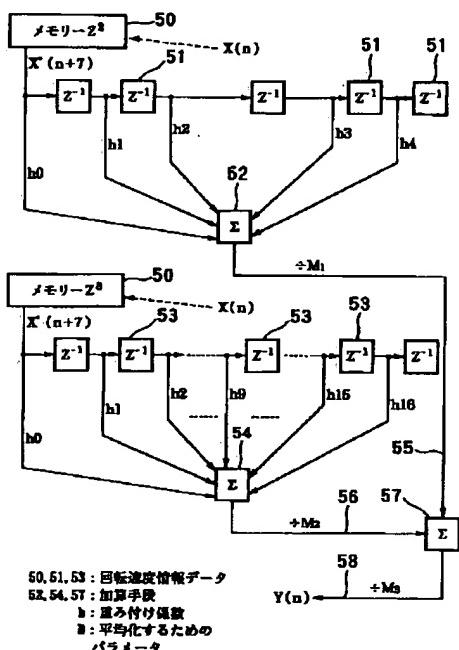
40 タ、52、54、57 加算手段、h 重み付け係数、

M 平均化するためのパラメータ。

【図16】

| | | | | | |
|-----------------|-----------------|-----------------|------------------|------------------|-----------------|
| T _{L1} | T _{L2} | T _{L3} | T _{L4} | T _{L5} | T _{L6} |
| T _{L7} | T _{L8} | T _{L9} | T _{L10} | T _{L11} | (以下略) |

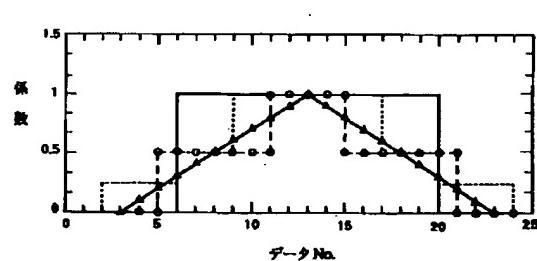
【図1】



【図2】

| | 二段 | 三段 | 移動平均 | 三角 |
|--------------|-----|------|------|-----|
| 1 | | 0 | | |
| 2 | | 0.25 | | |
| 3 | | 0.25 | | 0 |
| 4 | | 0.25 | | 0.1 |
| 5 | 0.5 | 0.25 | 0 | 0.2 |
| 6 | 0.5 | 0.5 | 1 | 0.3 |
| 7 | 0.5 | 0.5 | 1 | 0.4 |
| 8 | 0.5 | 0.5 | 1 | 0.5 |
| 9 | 0.5 | 1 | 1 | 0.6 |
| 10 | 0.5 | 1 | 1 | 0.7 |
| 11 | 1 | 1 | 1 | 0.8 |
| 12 | 1 | 1 | 1 | 0.8 |
| 13 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 14 | 1 | 1 | 1 | 0.9 |
| 15 | 1 | 1 | 1 | 0.8 |
| 16 | 0.5 | 1 | 1 | 0.7 |
| 17 | 0.5 | 1 | 1 | 0.6 |
| 18 | 0.5 | 0.5 | 1 | 0.5 |
| 19 | 0.5 | 0.5 | 1 | 0.4 |
| 20 | 0.5 | 0.5 | 1 | 0.3 |
| 21 | 0.5 | 0.25 | 0 | 0.2 |
| 22 | | 0.25 | | 0.1 |
| 23 | | 0.25 | | 0 |
| 24 | | 0.25 | | |
| 25 | | 0 | | |
| M換算 DATA数 | 11 | 14 | 15 | 10 |

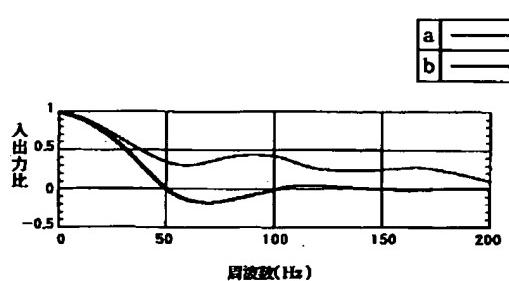
【図3】



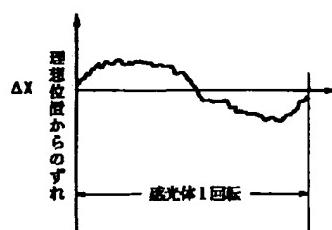
【図5】

| | a | b |
|------|-------|-------|
| 1 | 1 | 1 |
| 2 | 0.5 | 1 |
| 3 | 0.125 | 1 |
| 4 | 0.125 | 1 |
| 5 | 0.125 | 1 |
| 6 | 0.125 | 0.75 |
| 7 | 0.125 | 0.5 |
| 8 | 0.125 | 0.125 |
| 平均化数 | 3.5 | 11.75 |

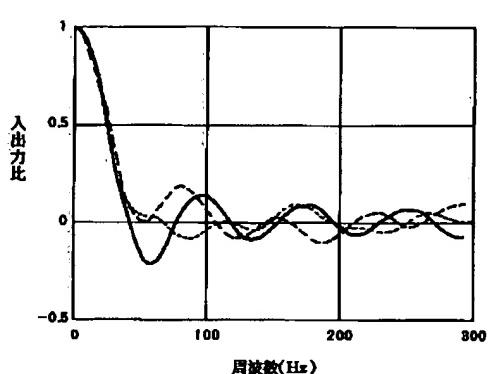
【図6】



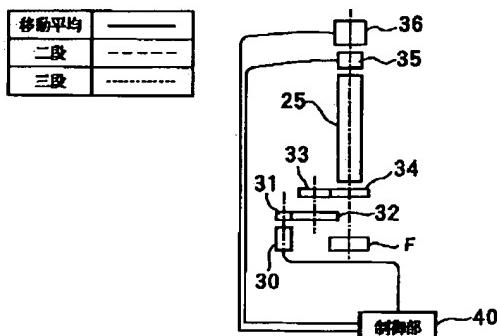
【図12】



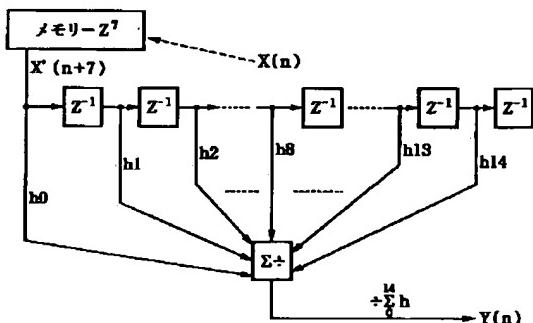
【図4】



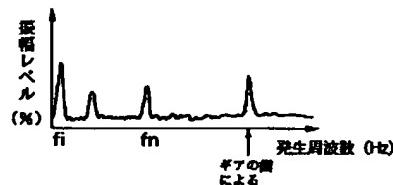
【図10】



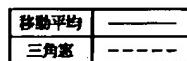
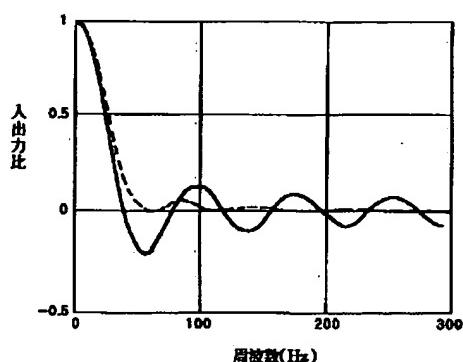
【図7】



【図13】



【図8】



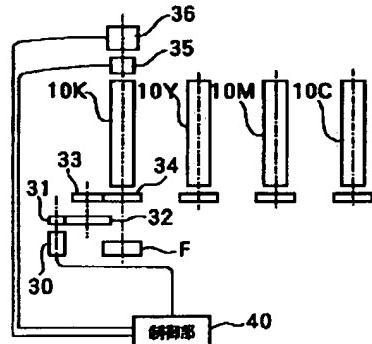
【図18】



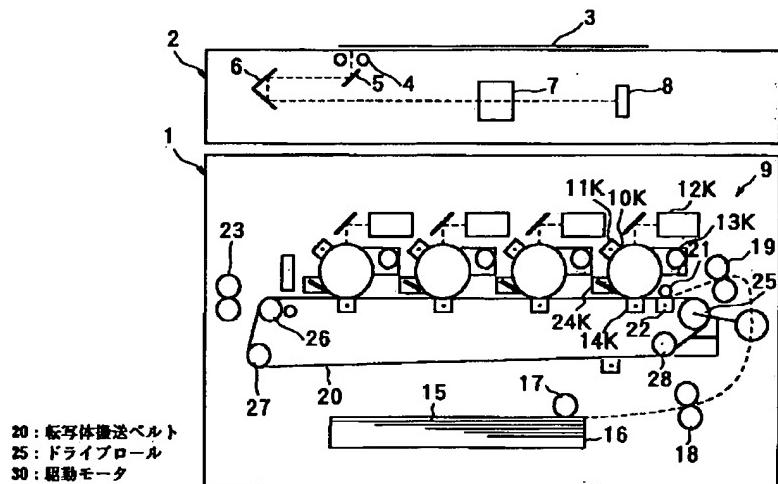
【図17】

| | | | | | |
|----------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|----------------|
| C ₁ | C ₂ | C ₃ | C ₄ | C ₅ | C ₆ |
| C ₇ | C ₈ | C ₉ | C ₁₀ | C ₁₁ | (以下略) |

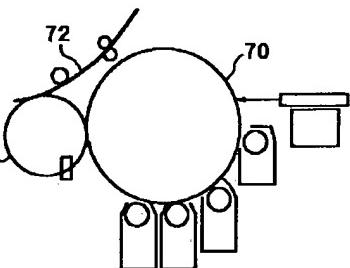
【図22】



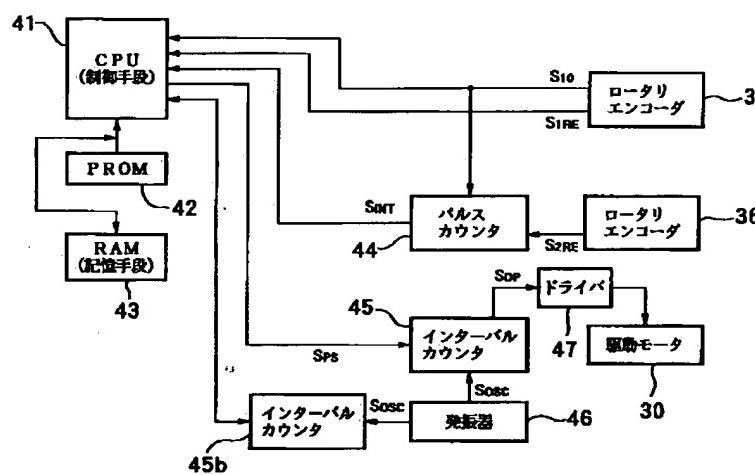
【図9】



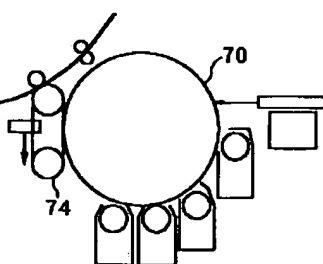
【図26】



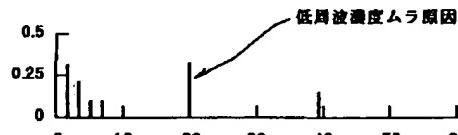
【図11】



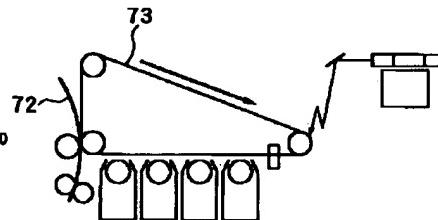
【図29】



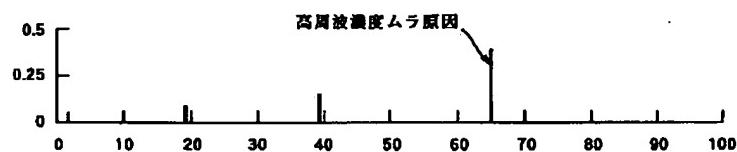
【図19】



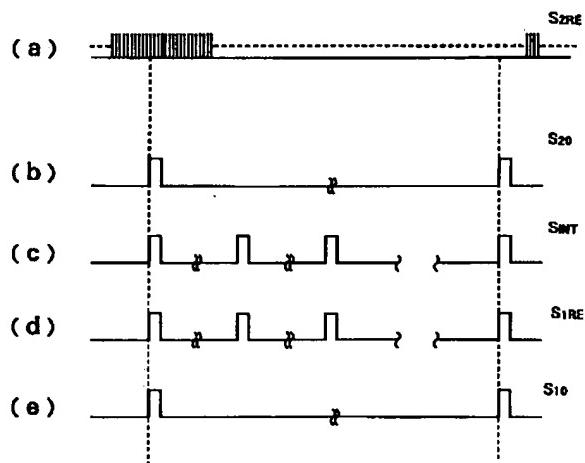
【図27】



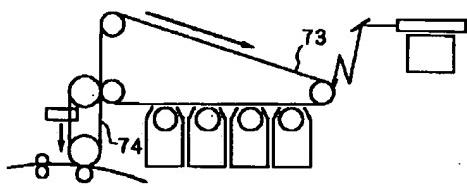
【図20】



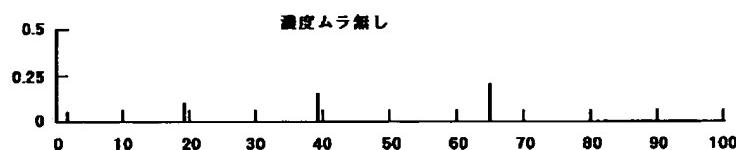
【図14】



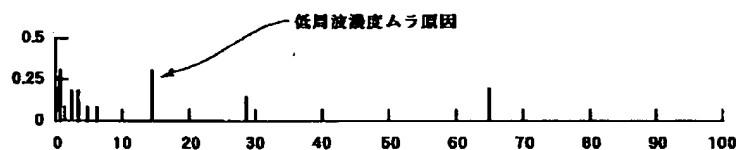
【図28】



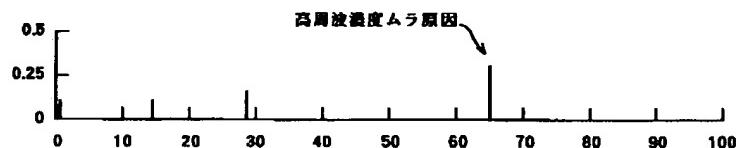
【図21】



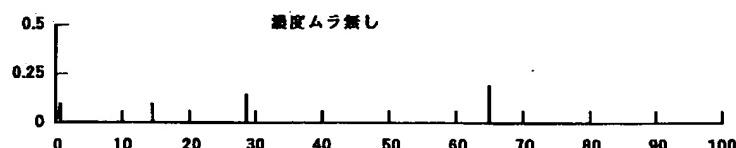
【図23】



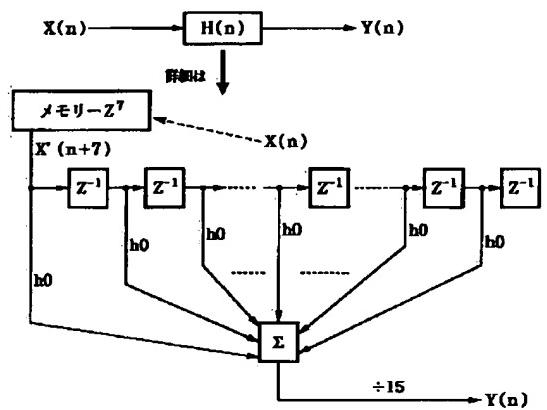
【図24】



【図25】



【図30】



【図31】

